

DANIEL MACHADO DE CAMPOS NETO

DIAGNÓSTICO DE FALHAS E PROPOSIÇÃO DE
MELHORIAS NA ÁREA PRODUTIVA DE UMA
INDÚSTRIA METALÚRGICA

Trabalho de formatura apresentado
à Escola Politécnica da Universidade de
São Paulo para a obtenção do diploma de
Engenheiro de Produção

São Paulo
2003

TF 2003
C157d

DANIEL MACHADO DE CAMPOS NETO

**DIAGNÓSTICO DE FALHAS E PROPOSIÇÃO DE
MELHORIAS DA ÁREA PRODUTIVA DE UMA
INDÚSTRIA METALÚRGICA**

**Trabalho de formatura apresentado
à Escola Politécnica da Universidade de
São Paulo para a obtenção do diploma de
Engenheiro de Produção**

**Orientador:
Prof. Dr. Paulino Graciano Francischini**

**São Paulo
2003**

A Deus pois
“Ele é a nossa paz”
Ef 2, 14

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos que, de forma direta ou indireta, possibilitaram que eu me tornasse engenheiro, em especial:

Ao Professor Paulino por sua dedicação, amizade e conselhos valiosos ao longo dos anos em que foi meu orientador de iniciação científica e orientador desse trabalho.

À minha família por todo carinho e compreensão. Por me ensinarem que com técnica se projeta, mas é com amor que se constrói.

Ao engenheiro Paulo Ávila por todas as conversas e conselhos que me ajudaram a enriquecer esse trabalho.

Aos meus amigos, sócios dessa conquista, que diariamente me ajudaram a vencer os obstáculos.

Aos professores e funcionários do departamento de engenharia de produção pelas lições diárias.

A Deus, sem quem nada disso seria possível.

RESUMO

O presente trabalho analisou uma indústria do setor metalúrgico buscando identificar quais eram as falhas, ligadas à área produtiva, que ela possuía que a impediavam de ser uma empresa competitiva no mercado. As principais falhas levantadas foram a desorganização dos cadastros de engenharia dos itens, o elevado e desbalanceado estoque de matérias-primas e uma demora para orçar pedidos sob-encomenda. Com os problemas bem definidos examinou-se o conhecimento disponível nas principais bibliografias de Administração da Produção e Manufatura para com ele elaborar um conjunto de propostas de melhorias. As principais ações de melhoria propostas foram: a elaboração de uma lista de materiais para todos os itens, organizando assim o cadastro de engenharia; a classificação das matérias-primas em estoque a partir de uma curva ABC, direcionando os esforços de redução de estoque; a reestruturação do processo de orçamento, tornando o processo mais ágil. A aplicação das propostas trouxe ganhos a empresa preparando-a para ser mais competitiva no mercado.

RÉSUMÉ

Ce travail de conclusion de cours a analysé une industrie du secteur métallurgique en cherchant identifier quelles sont les failles, liées à la production, que l'empêchait d'être plus compétitif au marché. Les principales failles trouvées étaient la désorganisation des registres des items, les stocks des composants étaient gonflés et le processus de traiter une demande spéciale était lent. Avec les problèmes bien identifiés une recherche dans les principaux auteurs de Gestion de la production et Manufacture a été faite pour aider à l'élaboration des propositions de solution. Les principales actions proposées étaient: élaborer une liste de matériaux pour tous les items, organisant ainsi le registre; classifié les composants à partir d'une courbe ABC, pour améliorer l'effort de réduction de stock; restructurer le processus de traiter une demande spéciale pour le faire rapidement. L'application des propositions a apporté des gains à l'entreprise lui donnant des conditions d'être plus compétitif.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS

LISTA DE FIGURAS

LISTA DE ABREVIATURA E SIGLAS

1	INTRODUÇÃO.....	1
1.1.	Objetivo.....	2
1.2.	O estagio e a Empresa.....	3
1.3.	Estrutura do trabalho.....	4
1.4.	Plano de Trabalho	5
2	A SITUAÇÃO ATUAL DA EMPRESA	8
2.1.	Problema 1: Falta de estrutura de produtos e processos	9
2.2.	Problema 2: Deficiência na programação e planejamento da produção	10
2.3.	Problema 3: Estoque elevado de componentes e produtos acabados	11
2.4.	Problema 4: Excesso de Qualidade.....	12
2.5.	Problema 5: Demora no orçamento de pedidos sob encomenda	12
3	AS FERRAMENTAS UTILIZADAS.....	15
3.1.	MRP	15
3.2.	Tipo de produção e estrutura de produto	20
3.3.	O plano mestre de produção	24
3.4.	Controle de Estoque Rotativo	30
3.5.	Conceitos da Qualidade	34
3.6.	Fatores qualificadores e classificadores de pedido	36
4	PROPOSTAS DE MELHORIAS	38
4.1.	Melhoria 1: Estruturar lista de materiais.....	39
4.2.	Melhoria 2: Facilitar o PCP	45
4.3.	Melhoria 3: Melhorar o controle de estoques	53
4.4.	Melhoria 4: Adequar qualidade do produto	61
4.5.	Melhoria 5: Agilizar o orçamento dos produtos sob encomendas.....	68
5	CONCLUSÕES	76
6	BIBLIOGRAFIA.....	80

LISTA DE TABELAS

Tabela I:	Plano de trabalho.....	7
Tabela II:	Oito dimensões da qualidade	36
Tabela III:	Lista de materiais do rodízio A	41
Tabela IV:	Fatores Qualificadores e Classificadores de pedido.....	62
Tabela V:	Oito dimensões da qualidade aplicadas à empresa	65
Tabela VI:	Matriz de responsabilidades para pequenas alterações	70
Tabela VII:	Estado das ações propostas	78
Tabela VIII:	Melhorias já obtidas pela empresa	79

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 : Escopo do trabalho do autor na empresa estudada.....	2
Figura 2 : Rodízio leve e rodízio pesado fabricado pela empresa	3
Figura 3 : Estrutura do trabalho de formatura	4
Figura 4 : Fluxograma do orçamento de um pedido sob encomenda	14
Figura 5 : Evolução dos sistemas MRP/MPR II	16
Figura 6 : Esquema do funcionamento do MRP, adaptado de SCHROEDER.....	18
Figura 7 : Representação da estrutura do produto com os <i>lead-times</i>	19
Figura 8 : Tipo de produção versus agregação de valor, adaptado de PROUD	21
Figura 9 : Estrutura de produto	21
Figura 10 : Horizonte de planejamento	25
Figura 11 : Importância da previsão para os diferentes tipos de produção	27
Figura 12 : Composição <i>Lead-time</i>	28
Figura 13 : Lista para planejamento	29
Figura 14 : Plano mestre versus estrutura do produto	30
Figura 15 : Incertezas de um processo de produção, adaptado de PROUD	31
Figura 16 : Curva de Pareto para itens em estoque	33
Figura 17 : Fatores decisórios de compra.....	37
Figura 18 : Inter-relacionamento das melhorias	38
Figura 19 : Estrutura do Rodízio A.....	40
Figura 20 : Atributos que diferenciam os produtos estudados e seus valores	42
Figura 21 : Estrutura de produto da empresa.....	43
Figura 22 : Método usado para obtenção da lista modular.....	45
Figura 23 : Horizonte mínimo de planejamento	47
Figura 24 : Plano mestre elaborado no nível dos sub-conjuntos	49
Figura 25 : Combinação dos pedidos em carteira com a previsão de vendas.....	49
Figura 26 : Lista para planejamento dos sub-conjuntos estudados.....	51
Figura 27 : Etapas utilizadas para a obtenção do plano mestre de produção	53
Figura 28 : Estoque estratégico de produtos em processo	56
Figura 29 : Curva ABC dos itens de estoque.....	58
Figura 30 : Matérias-primas controladas pelo MRP.....	59

Figura 31 : Etapas para a avaliação dos estoques e proposição de melhorias	61
Figura 32 : Método usado para se adequar a qualidade do produto	67
Figura 33 : Divisão dos tipos de pedidos sob encomenda	69
Figura 34 : Processo de orçamento pedidos com grandes alterações	74
Figura 35 : Etapas para a reestruturação do processo de orçamento	75
Figura 36 : Desdobramento dos objetivos do trabalho	77

LISTA DE ABREVIATURAS

APICS: American Production and Inventory Control Society (Sociedade americana para o controle da produção e estoques)

BOM: Bill of Materials (Lista de materiais)

ERP: Enterprise Resources Planning (Planejamento dos recursos da empresa)

MRP: Materials Requirements Planning (Planejamento da necessidade de materiais)

MPS: Master Production Scheduling (Plano mestre de produção)

PPCP: Planejamento, programação e controle da produção

RCCP: Rough Cut Capacity Planning (Planejamento grosseiro da capacidade)

S&OP: Sales and Operation Planning (Planejamento de vendas e operações)

1 INTRODUÇÃO

Para desenvolver o trabalho aqui apresentado, o autor buscou entre os conhecimentos e as ferramentas, aprendidas no curso de engenharia de produção, aqueles que o ajudariam a resolver o problema proposto: Diagnosticar as falhas e propor melhorias na área produtiva da empresa estudada.

Tal tema surgiu em uma situação vivida pelo autor, enquanto estagiário de uma empresa de consultoria, que prestava serviço a um cliente. Uma parte da alta direção da empresa estava decidida a investir uma grande soma de dinheiro na compra de um sistema MRP/ERP¹ (doravante chamado de Software de gestão integrada, como em [COLANGELO, 2001]) que interligaria todos os setores da empresa. Outra parte da diretoria, não tão segura quanto ao alto investimento em software, preferia que um estudo fosse feito levantando as melhorias que essa solução traria.

A empresa de consultoria na qual o autor trabalha foi contratada para responder as dúvidas dos membros da alta direção em relação às vantagens provindas do uso de um software de gestão integrada.

Dentro desse abrangente trabalho, a contribuição específica do autor encontra-se no:

- Levantamento dos principais problemas da empresa na área industrial;
- Proposição de melhorias para esses problemas;
- Estruturação da área industrial para operar com um software de gestão integrada.

A figura a seguir ilustra bem o escopo do trabalho desenvolvido pelo autor e aqui apresentado.

¹ MRP: Material Requirements Planning (Planejamento da necessidade de Materiais)
ERP: Enterprise Resources Planning (Planejamento dos recursos da empresa)

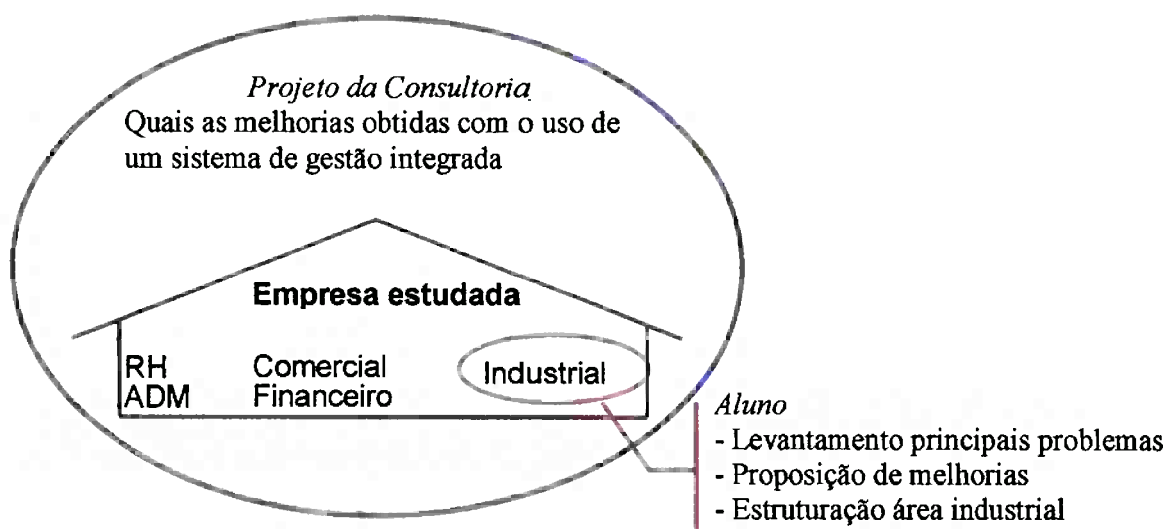


Figura 1 : Escopo do trabalho do autor na empresa estudada

1.1. Objetivo

O objetivo deste trabalho de formatura é diagnosticar os problemas existentes na área industrial de uma empresa fabricante de rodízios e, baseado nas ferramentas aprendidas no curso de engenharia de produção, propor possíveis soluções a esses problemas.

O trabalho aqui apresentado é de grande relevância para a empresa. As deficiências que ela possui na área produtiva a impedem de crescer para novos mercados e estão dificultando a manutenção de antigos mercados, atualmente ameaçados pela concorrência.

O setor industrial vive nesse princípio de 2003 uma retração das vendas, reflexo das altas taxas de juros que diminuem o crédito ao consumidor e encarecem os empréstimos para o produtor entrando em um ciclo vicioso que leva a estagnação da economia². Para se sobressair a esses períodos de baixa é imperativo que a empresa possua um sistema produtivo eficiente e que suas operações como um todo sejam as mais eficazes possíveis.

Este trabalho vem ao encontro dessas necessidades da empresa e tenta fornecer subsídios para que ela se torne mais competitiva no mercado.

² Dados sobre a economia brasileiro no primeiro semestre de 2003 disponível do site do IBGE (www.ibge.br) e também em www.fipe.com.br

1.2. O estágio e a Empresa

O autor faz estágio na Straight Manufacture Consultoria Gerencial³, uma empresa de consultoria especializada em gestão industrial. Trata-se de uma empresa de pequeno porte, contando com aproximadamente 20 consultores. A empresa atua em todo o Brasil e Mercosul, mas a maior parte dos projetos localizam-se na região sudeste.

Em seu estágio o autor teve a oportunidade de aplicar muito dos conhecimentos adquiridos na escola, tornando assim seu estágio uma verdadeira aula prática. Sempre com muita autonomia, foi possível ao autor criar, criticar, testar suas idéias; oportunidade essa, rara em empresas de maior porte.

A empresa em que foi desenvolvido o tema é uma empresa de médio porte do setor metalúrgico (a empresa pediu para ter sua identidade preservada), contando com aproximadamente 130 funcionários, sendo 100 na área produtiva e 30 na administrativa.

O principal produto produzido pela empresa são rodízios para os mais variados usos. Desde rodízios leves para armários residenciais até rodízios pesados para máquinas, carrinhos, etc. A empresa fabrica tanto rodízios com rodas de núcleo de ferro quanto com rodas de núcleo de plástico. Ambas podem receber diversos tipos de revestimentos.



Figura 2 : Rodízio leve e rodízio pesado fabricado pela empresa

Há mais de 50 anos no mercado, a empresa sempre se destacou em seu ramo sendo uma das líderes de mercado. Fabricando produtos de qualidade, foi a primeira entre as concorrentes a certificar-se ISO 9000. Vinda de uma estrutura familiar, para nos últimos 15 anos caminhar para uma profissionalização da gestão, a empresa já

³ www.straight.com.br

viveu períodos de maiores vendas e mais recentemente teve de cortar parte do seu efetivo.

Cientes da necessidade de mudanças, a direção da empresa passou a refletir sobre a possibilidade de implantação de um software de gestão integrada na crença de que ele ajudaria a empresa a ser mais produtiva e competitiva.

1.3. Estrutura do trabalho

Este trabalho buscou uma definição clara dos problemas a serem resolvidos e, de uma maneira gráfica, foi estruturado como mostra a figura abaixo. Feito isso o autor procurou dentre as ferramentas de engenharia de produção aquelas que lhe ajudariam a resolver os problemas. Seguiu-se, então, um estudo teórico das ferramentas selecionadas e finalmente foram feitas propostas de melhorias aos problemas estudados.

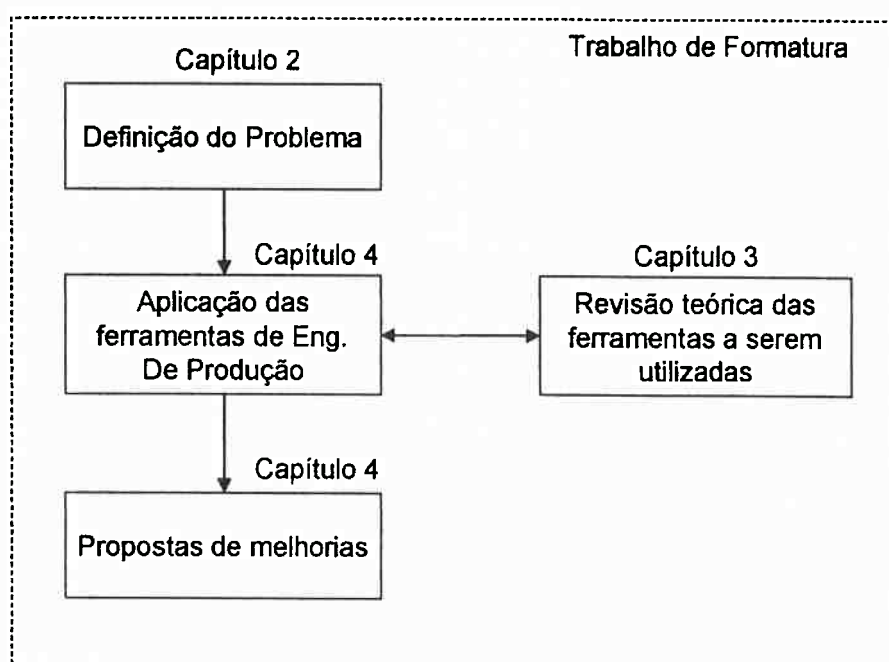


Figura 3 : Estrutura do trabalho de formatura

Segue uma breve descrição de cada capítulo:

A situação atual da empresa. No segundo capítulo, o autor buscou levantar quais os principais problemas da área industrial da empresa estudada. Foram selecionados 5 problemas que são apresentados de forma clara, com fatos que ocorreram na empresa. Este capítulo não se trata de uma simples enumeração das

deficiências da empresa, mas acima de tudo é um levantamento das oportunidades de melhorias que podem ser implantadas.

As ferramentas utilizadas. Neste terceiro capítulo o autor foi buscar um respaldo teórico na literatura que o ajudasse a resolver os problemas diagnosticados no segundo capítulo. Devido à extensa literatura sobre o tema selecionou-se os principais títulos e uma leitura crítica foi feita de forma a assimilar os diversos pontos de vista e consolidar os conceitos. Não foi limitado apenas o estudo de uma área específica da engenharia de produção, mas o autor procurou manter uma visão sistêmica do problema, estudando conceitos de administração da produção, gestão de estoques e qualidade. A boa compreensão das ferramentas permitiu com que se passasse da teoria para a prática com a aplicação dessas ferramentas na empresa estudada.

Melhorias propostas. Após o delineamento dos problemas e o estudo das ferramentas a serem aplicadas, no quarto capítulo são apresentadas as melhorias elaboradas pelo autor. São propostas que se inter-relacionam formando, de certa maneira, uma única solução.

Uma preocupação especial foi dada à aplicabilidade das melhorias propostas. Os resultados efetivos das propostas serão comentados nesse capítulo e também na *conclusão* do trabalho.

1.4. Plano de Trabalho

O plano de trabalho é mais que um simples calendário é uma forma de compromisso com os objetivos propostos, é também uma forma clara de comunicação entre orientador e orientado, onde cada parte tem pleno conhecimento dos prazos e necessidades do trabalho podendo assim o orientador melhor auxiliar o aluno e o aluno saber direcionar seus esforços. De comum acordo orientador e orientado estruturaram o seguinte plano de trabalho.

O desenvolvimento do 'projeto' de formatura apresenta duas fases distintas. Os primeiros 5 meses e os 5 meses seguintes. Na primeira metade do trabalho os esforços estiveram centrados na definição do tema, escolha e revisão da bibliografia adequada e na elaboração de um primeiro esboço do que se tornaria esse texto. Na segunda o foco estava em formalizar, condensar num texto, o conhecimento

adquirido e aplicá-lo na solução dos problemas da empresa buscando desenvolver melhorias.

Organizado dessa forma o projeto precisava na primeira metade de um acompanhamento mais estratégico do orientador, sugerindo livros, e refinando o tema a ser estudado. Para tanto foi feito um planejamento mensal no qual ao final de cada mês o autor se reunia com seu orientador e apresentava o progresso no trabalho. Já na segunda metade, o projeto precisava de um acompanhamento mais de perto, portanto foram acordadas metas e reuniões semanais. Assim o autor contava com a experiência do orientador e o orientador garantia o andamento do projeto.

Calendário	SET	OUT	NOV	DEZ	JAN	FEVEREIRO				MARÇO			
	Mês:1	Mês:2	Mês:3	Mês:4	Mês:5	Sem:1	Sem:2	Sem:3	Sem:4	Sem:5	Sem:6	Sem:7	Sem:8
Atividades	15/set	15/out	15/nov	15/dez	15/jan	3/fev	10/fev	17/fev	24/fev	3/mar	10/mar	17/mar	24/mar
1. Seleção da área do TF (GOL, TTO, etc) e do professor orientador													
2. Definição do tema do TF													
3. Estabelecimento do plano de trabalho (cronograma)													
4. Revisão Bibliográfica													
5. Primeiro esboço do trabalho, índice, fim de TF1													
6. Introdução													
7. Descrição do estágio													
8. Descrição da empresa													
9. Justificativas do estudo													
10. Introdução													
11. Redação teoria MRP													
12. Redação teoria controle de estoque													
13. Redação teoria MPS													

O trabalho realizado na primeira fase teve importância fundamental no desenvolvimento do projeto como um todo; traçando o caminho a seguir e fornecendo as ferramentas necessárias a solução dos problemas encontrados.

Calendário	ABRIL					MAIO				JUNHO			
	Sem 9	Sem 10	Sem 11	Sem 12	Sem 13	Sem 14	Sem 15	Sem 16	Sem 17	Sem 18	Sem 19	Sem 20	Sem 21
Atividades	31/mar	7/abr	14/abr	21/abr	28/abr	5/mai	12/mai	19/mai	26/mai	2/jun	9/jun	16/jun	23/jun
12. Redação teoria controle de estoque										TF PRONTO II			
13. Redação teoria MPS													
14. Redação teoria qualidade													
Ajuste do cronograma. Data limite para terminar revisão													
16. Levantamento dos beneficios obtidos ou possíveis de obter													
17. Redação das propostas de melhoria													
18. Montar painel antes e depois, status das melhorias													
19. Conclusão													
20. Ajuste na formatação, encadernamento													
21. Entrega TF													
22. Banca													

Tabela I: Plano de trabalho

Na segunda fase o trabalho foi mais dinâmico e enriquecedor. Apesar de a revisão bibliográfica ter sido grande parte feita na primeira fase o maior aprendizado se deu na segunda fase com a aplicação das teorias na prática. Não houve melhor escola para o autor do que por em prática suas proposições de melhorias e verificar seus resultados. Essa oportunidade de testar seus conhecimentos constitui o maior resultado desse projeto de formatura.

2 A SITUAÇÃO ATUAL DA EMPRESA

A empresa em que este trabalho foi realizado, como dito anteriormente, é uma das líderes do mercado em qualidade e está entre as primeiras em volume de vendas. A primeira posição em volume de vendas foi perdida nos últimos cinco anos. Algumas das razões para isso são:

- Falta de lançamento de novas linhas de produtos
- Custo elevado dos produtos fabricados, acarretando em um preço alto de venda, devido à:
 - Qualidade do produto superior às expectativas e necessidades dos clientes, não agregando valor ao produto
- Falha no cumprimento de prazos de entrega
- Má organização do setor comercial da empresa

Devido a essa série de fatores a empresa veio perdendo competitividade e sua hegemonia no mercado foi perdida. O desconforto dessa situação levou a diretoria da empresa a analisar os fatores que, direta ou indiretamente, levavam a esses problemas.

Uma das primeiras constatações foi que a área industrial da empresa não trabalhava de forma estruturada e produtiva. Que as técnicas ali empregadas eram antiquadas e não traziam à empresa nenhuma vantagem competitiva no mercado.

As decisões tomadas pela diretoria para reverter essa situação foram de certa forma guiadas por modismos de mercado, sem haver a correta compreensão do problema a ser solucionado. As decisões tomadas foram:

- a) Instalar um sistema da qualidade que permitisse a obtenção da certificação ISO 9000
- b) Implantar um software de gestão integrada que gerenciasse a produção

Essas duas iniciativas não surtiram o efeito desejado. A certificação ISO, se implementada sem que haja uma compreensão do que é um sistema da qualidade não leva a melhorias significativas e solução de problemas. Torna-se uma ferramenta burocrática dentro da empresa.

Os softwares de gestão integrada muitas vezes são vendidos como a solução de todos os problemas da empresa. A bibliografia mostra [CORREA, 1997] que a

utilização de sistemas integrados, ERPs, permite um maior controle das operações da empresa e uma integração dos diversos setores da empresa. Entretanto não são poucos os casos de insucessos com a implantação e uso de software de gestão integrada. Na empresa estudada tentou-se por dois anos implantar um ERP, mas não se obteve êxito. A causa principal foi que tais softwares demandam uma grande massa de dados que muitas vezes não estão organizados e estruturados para serem utilizados.

Vendo a falta de resultados, a empresa abortou o custoso processo de implantação do software e, sentindo-se incapaz de sozinha resolver os problemas da empresa, recorreu aos serviços de uma consultoria externa. É neste instante que a empresa de consultoria onde o autor trabalha, e o presente trabalho de formatura, se inserem.

Após um levantamento de dados, compreensão do processo produtivo da empresa e análise dos fatos que levaram ao insucesso da primeira implantação do software de gestão integrada, tem-se os principais problemas:

2.1. Problema 1: Falta de estrutura de produtos e processos

A empresa estudada possui uma extensa lista de produtos acabados. São na verdade as inúmeras combinações dos sub-conjuntos que formam o produto final. Nota-se, porém, que não há uma formalização (ficha técnica, ficha de processo, lista de matérias) dessas combinações de sub-conjuntos. Muitas das fichas técnicas estão incompletas ou com dados que não correspondem à realidade.

As fichas de processo apresentam maior deficiências, faltam tempos de processamento, *set-up*⁴. Não é raro encontrar produtos que tenham suas fichas sem especificação da quantidade de um material e mesmo assim são fabricados rotineiramente. Ocorre que o conhecimento dos produtos e dos processos está nas pessoas que lá trabalham (muitas a mais de 20 anos) e não na empresa. Os produtos na verdade são feitos corretamente, porque o operador já ‘o conhece’ e não pelo seguimento das instruções da ficha de processo.

Por essa razão a empresa é dependente das pessoas e toda mudança sofre resistência, pois todos já se ‘acostumaram’ com aquele produto. Essa falta de

⁴ Set-up: tempo de preparação e ajuste da máquina

formalização dos cadastros é crítica para o uso de qualquer sistema informatizado, pois estes dependem de grande volume de dados sobre os produtos e processos da empresa.

Não havendo uma estrutura concisa dos produtos e processos fica difícil conhecer qual o tempo de fabricação de um produto ou componente. Isso dificulta a tarefa de planejamento e programação da produção, pois o programador trabalha com tempos incertos. Na prática, sabe-se que quanto maiores as incertezas, maiores são os estoques e a empresa estudada não foge a essa regra.

Outro aspecto prejudicado pela falta de uma estrutura de produto, que obedeça a um padrão, é o cadastramento de novos itens de estoque. O que leva a existência de um mesmo item com dois cadastros diferentes, cada um com uma descrição. Por exemplo, um parafuso que ora é chamado de parafuso 3/8 e ora é chamado de parafuso sextavado de 3/8.

A falta de estrutura de produto e processo foi escolhida como o primeiro problema, pois ela influencia praticamente todos os outros. E para se resolver os demais, é preciso corrigir primeiro as imperfeições na base de tudo.

2.2. Problema 2: Deficiência na programação e planejamento da produção

Apesar de existir um departamento encarregado do PPCP⁵, nota-se que ele é deficiente na empresa estudada. O departamento de PPCP não elabora um plano mestre de produção. A produção do dia seguinte é decidida na tarde do dia anterior e pode sofrer alterações ao longo do dia.

A estrutura organizacional da empresa dividida em departamentos não favorece a comunicação entre os departamentos de vendas e PPCP, logo não existe relação entre as perspectivas de novos negócios do departamento de vendas e o plano de produção, que se restringe a organizar as ordens de produção dos dois ou três próximos dias.

Portanto, para atender os pedidos de venda, a empresa é obrigada a manter em estoque uma grande quantidade e variedade de matérias-primas, pois não visualiza quais produtos serão vendidos. O estoque de matéria-prima é gerenciado utilizando-

⁵ PPCP: Planejamento, programação e controle da produção

se um modelo de ponto de ressuprimento, que é um modelo reativo a demanda. Ele espera acontecer o consumo para depois tomar uma ação.

Algumas vezes ocorre falta de matéria-prima, pois um item tem seu consumo elevado e seu *lead-time* de reposição é maior do que o tempo que o estoque consegue suprir a produção. E em outras ocasiões o ponto de ressuprimento dispara ordens de compra de itens que não tem previsão nenhuma de consumo nos próximos meses.

Outro problema observado com a falta de planejamento de produção é o não cumprimento dos prazos de entrega prometidos. Como não se sabe a carga com a qual a fábrica estará operando na semana seguinte fica difícil prever um prazo de entrega confiável e no caso de uma concentração de demanda que exceda a capacidade, os prazos de entrega não serão cumpridos.

As falhas no departamento de PPCP acabam não ficando tão aparentes, pois ultimamente a empresa vem trabalhando abaixo de sua capacidade instalada. Trabalhando em um só turno e com folga de capacidade, a falta de planejamento não se faz tão perceptível, pois sempre que surge um pedido há recursos para atendê-lo, mesmo que não tenha havido nenhum planejamento anterior.

2.3. Problema 3: Estoque elevado de componentes e produtos acabados

A empresa estudada trabalha sob pedido de venda. Quando um cliente faz um pedido o produto é montado e entregue, portanto supõe-se que não existam estoques de produtos acabados. Entretanto não é isso que se verifica.

Em consequência da falta de previsão de demanda e conseqüentemente de um planejamento da produção, a empresa possui dificuldades em saber quais produtos serão produzidos. Para atender os clientes com um melhor prazo ela acaba mantendo em estoque alguns itens acabados que supõem serem os mais vendidos.

Além de manter em estoque itens acabados, as matérias-primas tem seus estoques controlados por ponto de ressuprimento que, como citado, pode disparar ordens de compra de itens que não tem previsão de consumo, fazendo com que eles fiquem em estoque por muito tempo.

Outro problema observado na questão dos estoques, é que não existe uma diferenciação no tratamento de itens de maior consumo e itens de baixo consumo. Ou melhor, com uma visão financeira de estoque (capital investido), não há uma

distinção entre itens que tem alto valor estocado⁶ e baixo valor estocado. Com isso não é raro acontecer de itens de baixo valor estocado como porca e parafusos estarem em falta, atrasando a produção, enquanto itens de alto valor estocado estão sobrando.

Para completar a problemática dos estoques existem também alguns itens parados em estoques, resultantes de um erro estratégico do setor de vendas que firmou alguns grandes contratos de venda de produtos especiais (sob encomenda), que depois foram rompidos.

2.4. Problema 4: Excesso de Qualidade

Em seus mais de 50 anos de história, a empresa estudada sempre prezou pela qualidade de seus produtos. O departamento de engenharia, de grande importância na empresa, encara qualidade como excelência do produto. Entretanto, existe uma diferença entre a qualidade desejada pelo mercado e a qualidade produzida pela empresa.

Percebe-se que os produtos da empresa estão acima da qualidade desejada pelo mercado, logo este não estaria disposto a pagar mais pela qualidade extra que estaria adquirindo. Portanto para ser competitiva, a empresa acaba vendendo, por preços semelhantes aos dos concorrentes, produtos de melhor qualidade, prejudicando assim suas margens de lucro.

Nota-se que o mercado em que a empresa compete confere muita importância ao preço do produto e não a qualidade, logo para ser competitiva nesse mercado é necessário disputar preço e não qualidade. Falta uma melhor compreensão do que são fatores qualificadores de compra e fatores classificatórios de compra. No próximo capítulo serão explicados esses conceitos.

2.5. Problema 5: Demora no orçamento de pedidos sob encomenda

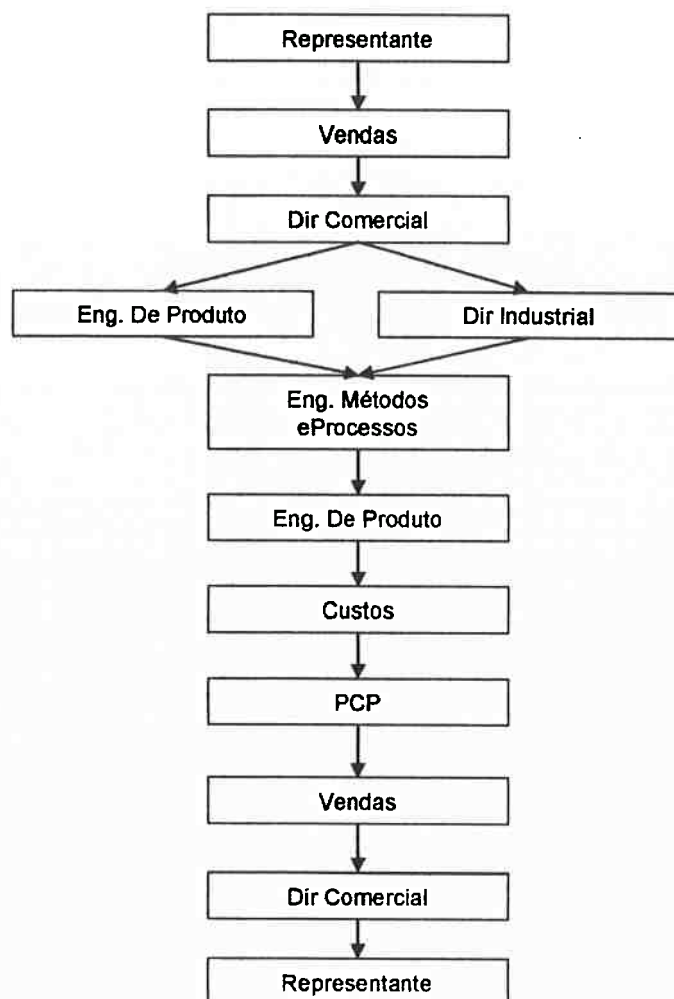
Mesmo tendo inúmeros itens de linha a empresa considera um diferencial estratégico os produtos sob encomenda, nos quais o cliente especifica a configuração do produto desejado. Cerca de 20 % dos pedidos de vendas emitidos são pedidos sob encomenda.

⁶ Valor estocado: número de itens x preço do item

Apesar de representarem um volume importante de vendas e serem considerados um diferencial estratégico da empresa frente aos concorrentes, os pedidos sob encomenda demoram muito para serem orçados. Ocorre algumas vezes de o tempo de orçamento ser maior que o tempo de produção do pedido.

A razão para os pedidos sob encomenda demorarem a serem orçados reside no burocrático procedimento de orçamento. É necessário passar por várias etapas e departamentos para se obter o orçamento. Busca-se uma precisão de projeto no que ainda é apenas um orçamento 'sem compromisso' do cliente. Muitas vezes o que mais conta para o cliente é saber rapidamente quanto vai lhe custar à encomenda e quando ela lhe será entregue.

O fluxograma da próxima página ilustra o longo caminho a ser percorrido por um pedido sob encomenda.

**Fluxo do Pedido sob encomenda:**

O *representante* comercial, que tem contato com o cliente, leva para a empresa as especificações do produto desejado pelo cliente.

O setor de *vendas* recebe os vários pedidos sob encomenda e encaminha para o *diretor comercial* que vai julgar se o produto é viável comercialmente.

O *engenheiro de produto* irá desenhar o produto e o *diretor industrial* julgar se é possível produzi-lo na empresa.

O *engenheiro de métodos e processos*, com o desenho em mãos, vai especificar quais as operações necessárias para aquele produto. Feito isso é necessário que o *engenheiro de produto* abra uma cotação no sistema para que o responsável de *custos* calcule o custo e o preço de venda do produto. O *PCP* fornece um prazo de entrega estimado para o pedido.

Tudo isso é encaminhado para o setor de *vendas* que passa para o *diretor comercial* que determina o valor final do produto.

Finalmente, essas informações são enviadas ao cliente.

Figura 4 : Fluxograma do orçamento de um pedido sob encomenda

Além de passar por vários departamentos para ser o orçado, o que já torna o processo lento e passível de erro, a inexistência de um sistema de informação integrado faz com que o pedido sob encomenda circule via papel pela fábrica. Não existe um acompanhamento do *status* do orçamento, o setor de vendas não sabe em que etapa está o orçamento de um pedido ao menos que ligue para os vários integrantes da cadeia.

3 AS FERRAMENTAS UTILIZADAS

Tendo conhecido os problemas que a empresa estudada apresenta é necessário formar uma base teórica que permita melhor compreendê-los para assim solucioná-los. Portanto, neste capítulo serão apresentadas as principais ferramentas que auxiliarão na resolução dos problemas propostos.

Não existe resposta pronta para os problemas vividos no dia-a-dia de uma indústria. São problemas que inter-relacionam deficiências de diferentes níveis gerenciais e complexidade. Logo, o sucesso de uma solução depende da combinação das ferramentas existentes, buscando o que há de melhor e mais aderente ao problema em cada uma.

3.1. MRP

O conceito do MRP (Material requirements planning ou planejamento das necessidades de materiais) surgiu com Joseph Orlicky, Oliver Wight e George Plossl membros da Sociedade americana para o controle da produção e estoques, APICS⁷, que congrega os principais profissionais e estudiosos sobre planejamento da produção e controle de estoques, na década de 60. Entretanto, somente em 1975 com o lançamento do livro *Material Requirements Planning* por Joseph Orlicky que o conceito foi formalizado.

Percebe-se que o conceito do MRP surgiu basicamente como uma ferramenta de controle de estoques para ajudar na administração de materiais. Baseado no conceito de demanda dependente, como vemos em [MESQUITA, 2001] “o modelo MRP fundamenta-se no conceito de demanda dependente, que estabelece uma relação direta entre demanda independente de produtos acabados e a demanda dependente dos materiais e componentes que integram estes produtos”.

A partir de uma previsão de vendas, carteira de pedidos ou planejamento agregado toma-se conhecimentos de uma estimativa da demanda independente dos produtos acabados. Assumindo essa estimativa como verdadeira é possível organizar a produção para fabricar os itens (materiais e sub-conjuntos) que compõe esses produtos acabados, logo a demanda dos materiais e sub-conjuntos depende da demanda do produto acabado. Segundo [CORREA, 1997] “a lógica do MRP é

⁷ APICS: American Production and Inventory Control Society

programar atividades para o momento mais tarde possível de modo a minimizar os estoques carregados”. Dessa forma o MRP sugere que as matérias-primas sejam compradas ou os sub-conjuntos montados o mais tarde possível reduzindo o estoque carregado ou até mesmo zerando-o caso não haja variação em relação a previsão feita, o que é muito raro.

Como visto o MRP tem como saídas básicas:

- as ordens de compras das matérias-primas
- as ordens de produção dos sub-conjuntos

Com o passar do tempo, o MRP foi evoluindo e se tornando uma ferramenta de controle da produção e estoques, pois ao informar as ordens de produção e de compra ele informava;

- o que produzir
- quanto produzir
- quando produzir

E mais recentemente, com a percepção de que a manufatura não está isolada dos outros setor da fábrica, o conceito de MRP foi expandindo e passou a englobar todos os recursos envolvidos na manufatura tornando-se, assim, o MRP II: Manufacture Resources Planning ou Planejamento dos recursos da manufatura.

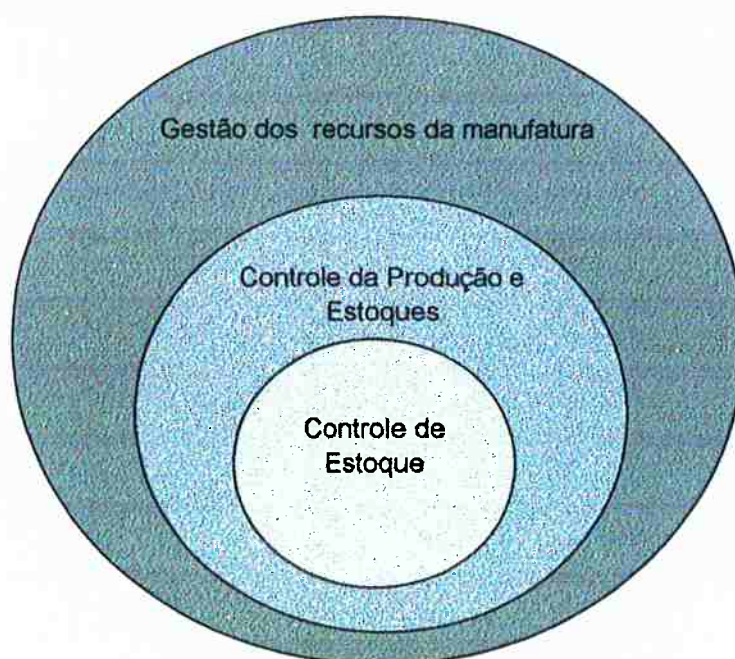


Figura 5 : Evolução dos sistemas MRP/MPR II

Para se operar um sistema MRP, segundo [RENDER, 1996], são necessárias as seguintes informações:

1. Plano mestre de produção (o que será feito e quando)
2. Lista de materiais (como fazer o produto)
3. Registro de estoques (o que está disponível em estoque)
4. Ordens de compras colocadas (o que já foi pedido e não chegou)
5. *Lead times*⁸ (quanto tempo leva para se obter certo componente)

A figura 6, na página seguinte, mostra de forma clara a estrutura de funcionamento do MRP.

A lógica do ciclo do MRP começa com o Plano mestre de produção, que não é meramente uma previsão de demanda, mas sim uma intenção de produção. O planejador mestre colhe as informações dos pedidos que já estão em carteira, da previsão de vendas elaborada pelo departamento comercial e do plano agregado. Unindo essas três informações, ele determina quais itens, produtos acabados, serão produzidos e quando.

Determinada a produção dos produtos acabados, de demanda independente, pode-se agora fazer a explosão desses itens nos vários sub-conjuntos e matérias-primas que os compõem e saber qual a demanda, dependente, deles. Esse passo é o ponto principal do ciclo e por isso chama-se planejamento das necessidades de materiais.

Para realizar esse planejamento é necessário recorrer à lista de materiais que informará como cada produto acabado é produzido, quais itens fazem parte dele e quanto tempo demora a produzi-los ou obtê-los.

Conhecendo a necessidade de todos os itens que compõem o produto, é preciso verificar nos estoques se existe alguma quantidade desses itens e apurar a necessidade líquida de cada um. Com a necessidade líquida pode-se emitir as ordens de produção e compras dos materiais.

⁸ *Lead time*: Segundo CORREA “é o tempo que decorre entre a liberação de uma ordem (de produção ou compra) e o momento a partir do qual o material referente à ordem está pronto e disponível para uso.”

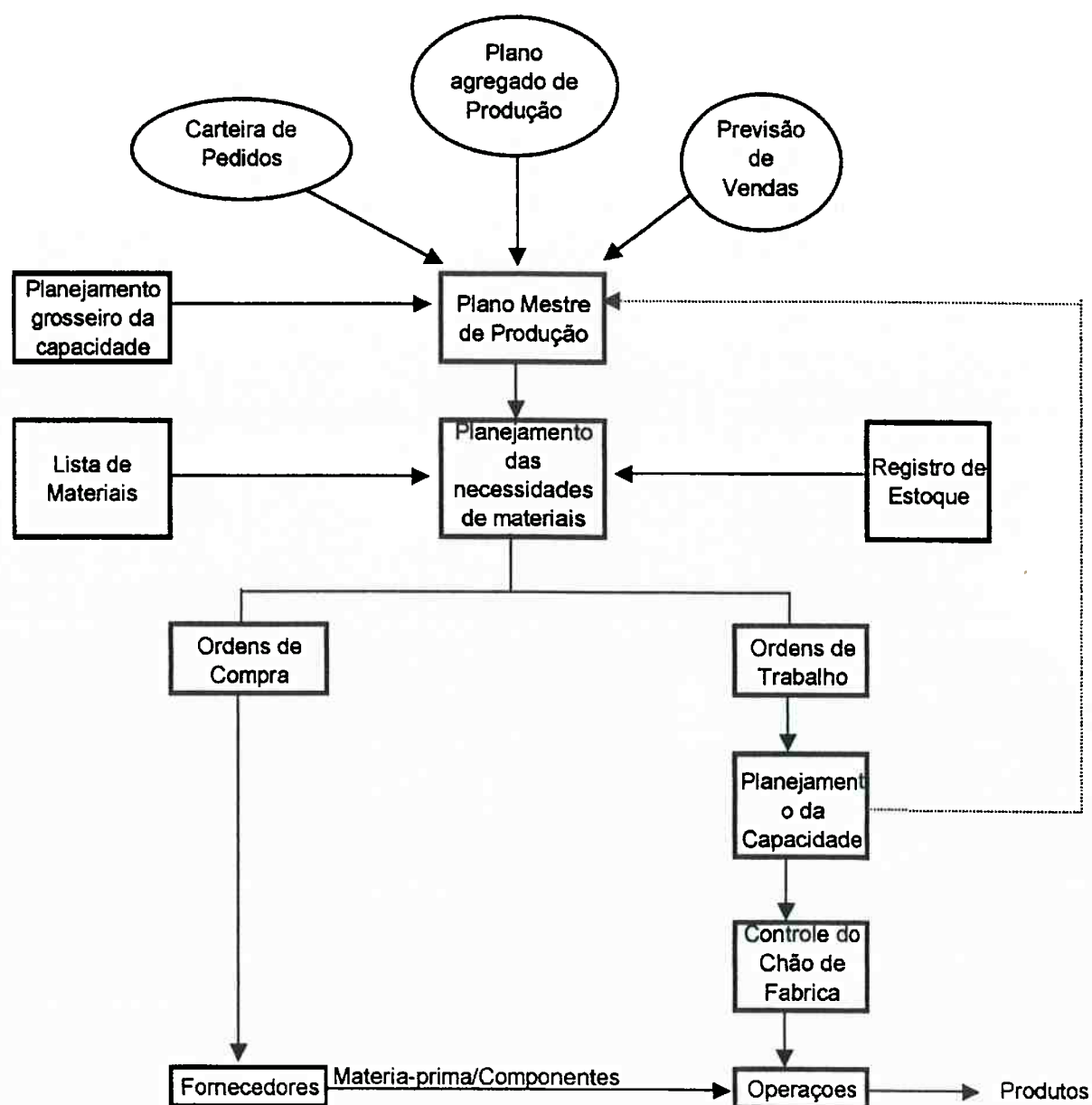


Figura 6 : Esquema do funcionamento do MRP, adaptado de SCHROEDER

Quando os primeiros softwares de MRP saíram no mercado nos anos 70 o ciclo terminava aqui, na emissão das ordens de compra e produção, sem verificar se aquelas ordens eram viáveis considerando os prazos e a capacidade da fábrica. Por essa característica os software MRP são chamados de capacidade infinita.

Com a evolução do software e aumento da capacidade de processamento dos hardwares chegou-se ao MRP de ciclo fechado, que continua sendo um software de capacidade infinita, mas que fornece uma série de recursos que ajudam o programador a balancear a programação. O módulo de CRP (*Capacity requirements*

planning ou Planejamento das necessidades de capacidade) é uma das novas ferramentas que permite ao programador visualizar o que [VOLLMAN, 1997] chama de mensagens de exceção.

Mensagens de exceção informam as ordens de compras que estão atrasadas, ou seja, que já deveriam ter sido colocadas considerando o prazo de entrega do produto indicado no plano mestre e o *lead-time* de produção do produto (ver figura abaixo). Informa também se algum recurso, seja máquina ou operário teve sua capacidade excedida. Com essas informações o programador pode alterar o plano mestre de produção, solicitar horas extras, pedir prioridade aos fornecedores, negociar com os clientes um prazo de entrega maior, etc.

Estrutura do Produto com *Lead-time*

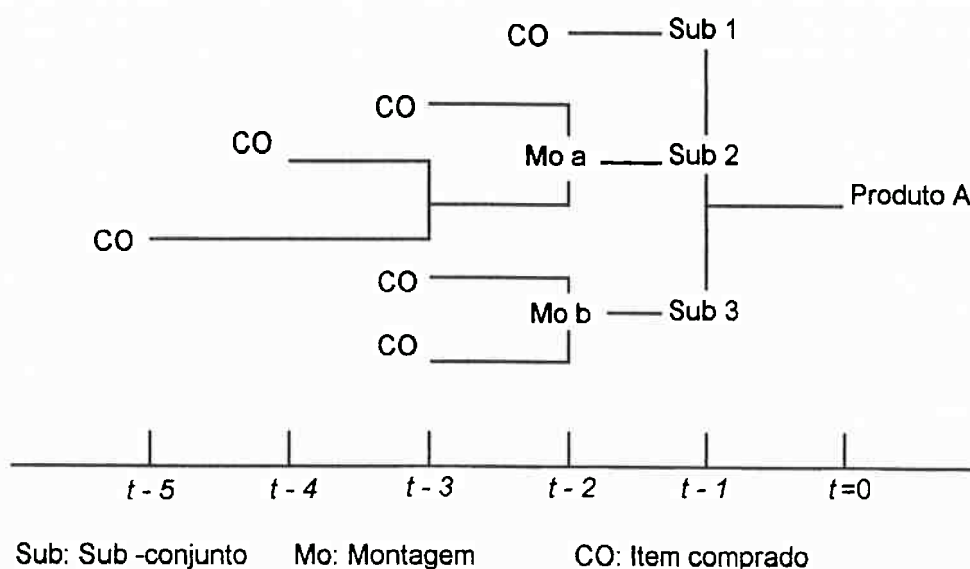


Figura 7 : Representação da estrutura do produto com os *lead-times*

Inúmeras são as possibilidades que o programador tem para tornar seu planejamento real (viável). Tendo ele estabelecido um plano viável as ordens podem ser enviadas para os fornecedores e para a produção.

3.2. Tipo de produção e estrutura de produto

Existem diversos tipos de produção que uma empresa pode operar. Pode-se elencar:

- Produção para estoque (make to stock)
- Montagem sob-pedido (assembly to order)
- Projeto sob-encomenda (engineer to order)

A decisão de qual tipo adotar é uma decisão estratégica que afeta a maneira com que a empresa se relaciona com o mercado. [PROUD, 1999] coloca que as diferentes estratégias são definidas em termos do ponto em que o cliente é inserido no processo de manufatura.

A *produção para estoque* ocorre quando os produtos são feitos para serem estocados e só então consumidos. Exemplos de produtos que apresentam esse tipo de produção são filmes fotográficos, parafusos e outros itens commodities, os quais precisam estar disponíveis para compra e consumo imediato. O cliente não espera o produto estar disponível, caso ele não esteja no momento da compra é considerado como venda perdida.

Na *montagem sob-pedido* a empresa conhece os componentes e sub-conjuntos do produto, mas não conhece o produto final que depende do pedido e configuração específicas do cliente. Um bom exemplo de montagem sob-encomenda é automóvel. A montadora não sabe qual cor de carro o cliente deseja nem com qual combinação de opcionais, mas com certeza o carro vai utilizar um motor, quatro rodas, chapas de aço para a lataria. Desses itens a fábrica pode até guardar um estoque estratégico de materiais para dar independência entre os setores produtivos.

Em *projetos sob-encomenda* a empresa desconhece o produto final e as matérias-primas que o compõe. O cliente pede a cada vez um produto praticamente único. Não há estocagem de produtos, o produto é produzido e entregue ao cliente. A empresa só começa a comprar as primeiras matérias-primas e fazer os primeiros desenhos quando o cliente assina um termo de intenção de compra. Exemplo de produtos projetados sob-encomenda são as grandes obras como barragens, pontes.

A decisão estratégica da empresa de que tipo de produção adotar para atender às necessidades de seus clientes pode ser ilustrada na figura 8, a seguir, em termos de quanto valor já terá sido agregado ao produto quando o cliente realiza o pedido.

No nível mais baixo, os projetos sob-encomenda, quase nenhum valor foi agregado ao produto e também praticamente nenhum custo com material e equipamentos foram incorridos pela empresa. Isso permite desenvolver um projeto personalizado de acordo com as preferências do cliente ou restrições impostas. No degrau intermediário quando o pedido do cliente chega a fábrica algumas partes do produto já foram feitas, o pedido do cliente vem informar como elas serão combinadas. No mais alto degrau o produto já está pronto aguardando o pedido do cliente que muitas vezes exige rapidez de entrega.

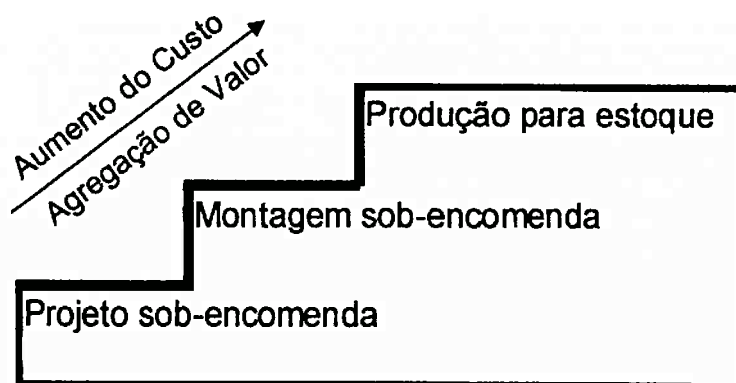


Figura 8 : Tipo de produção versus agregação de valor, adaptado de PROUD

O tipo de produção também influencia na estrutura de produto. Cada estrutura apresenta uma 'forma' que varia conforme o número de níveis e componentes. [PROUD, 1999] descreve três 'formas' de estrutura de produto:

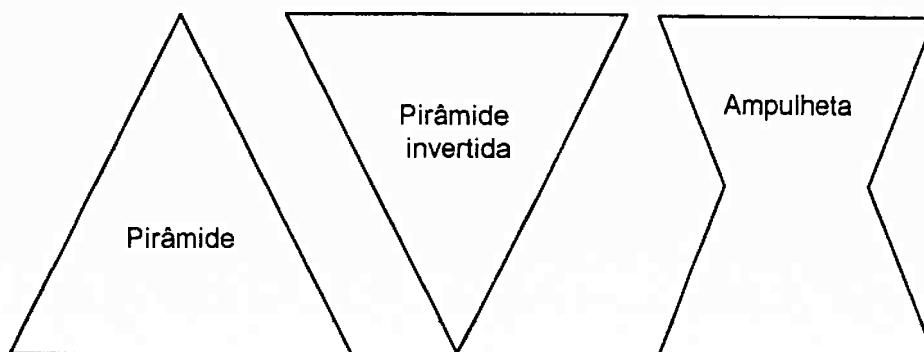


Figura 9 : Estrutura de produto

Estrutura Pirâmide: Típica de negócios que produzem um pequeno número de itens padronizados a partir de uma grande quantidade de componentes. Por exemplo: lâmpadas, esferas de caneta. Essa estrutura permite que a empresa trabalhe com uma produção bem padronizada. Ideal para produtos de massa, obtendo-se ganhos de escala.

Estrutura Pirâmide Invertida: De um número limitado de matérias-primas são feitos inúmeros produtos. Exemplo de empresas que trabalham assim são petroquímicas e siderurgias que transformam poucas matérias-primas, mas misturadas em diferentes proporções, em inúmeros itens acabados.

Estrutura Ampulheta: Inúmeras matérias-primas formam um número limitado de sub-conjunto (gargalo da ampulheta) que podem ser combinados diversamente formando muitos produtos acabados. Essa estrutura apresenta os benefícios das duas anteriores, pois na montagem final se monta o produto contra um pedido oferecendo uma certa personalização do produto. Enquanto que os sub-conjuntos podem ser produzidos em maior escala e para estoque.

Representar a estrutura de produto de forma gráfica acaba não sendo muito prático quando o produto é mais complexo, tendo vários níveis. Por exemplo, a estrutura de produto de um automóvel é algo impraticável de se representar graficamente, pois o produto possui milhares de componentes e muitos níveis. Para solucionar esse problema usam-se as *listas de materiais*.

As listas de matérias podem ser de nível único, indicando para um dado produto, 'pai', quais são seus componentes, ou 'filhos'. Também existe a lista indexada que representa todos os níveis de um produto não somente os itens 'filhos', mas também os 'filhos dos filhos' até completar o produto. A maioria dos sistemas de MRP utiliza-se de listas de materiais de nível único para seus registros.

A lista de material pode ser comparada a uma fórmula de um medicamento, onde lá está indicado a quantidade de cada componentes e como eles compõem a mistura. Da mesma forma, a lista de matérias indica a quantidade dos componentes de um produto.

Normalmente está a cargo do departamento de engenharia, encarregado do projeto do produto, elaborar a lista de materiais. Entretanto a lista de materiais é usada amplamente na empresa, nos mais diversos setores como mostra [ARNOLD, 1998]:

- Departamento de engenharia: Na definição do produto especificando os componentes necessários a fabricação de um produto
- Departamento de planejamento da produção: a lista indica quais componentes e quando devem ser programados ou comprados para se produzir um item acabado
- Departamento custos: o custo do produto geralmente é dividido em custo direto de material e mão de obra direta. A lista de matérias provê um método para se quantificar o material usado e o trabalho gasto.

Dependendo de onde a lista de materiais é usada as informações que ela leva são diferentes. Por exemplo, para o planejamento agregado da produção é mais interessante ter uma lista por famílias ou linhas de produtos do que uma lista para cada item, pois isso pode inviabilizar a elaboração de uma previsão de demanda. Não é possível saber quantos veículos 1.0 cor verde serão vendidos no próximo trimestre, mas uma boa aproximação das vendas de carros pequenos e médios pode ser obtida.

Para a realização do plano mestre de produção muitas vezes é utilizada uma lista de materiais especialmente preparada para tal. Chama-se lista para planejamento (*planning list*). No próximo item que aborda o plano mestre de produção a lista para planejamento será estudada a fundo.

Quanto mais diversificada a estrutura de produto dos itens fabricados por uma empresa, mais difícil é a tarefa de planejar, pois poucos itens são comuns entre os produtos, não formando famílias de produtos. Ocorre muitas vezes de itens semelhantes utilizarem componentes específicos quando poderiam compartilhar o mesmo componente. Para as empresas é interessante que seus produtos compartilhem matérias-prima ou sub-montagens, pois serão menos itens a manter em estoque, o planejamento é mais fácil, pois a diferenciação dos produtos ocorre mais tarde, reduzindo assim o volume de produção processado sem o conhecimento do pedido do cliente.

Uma das técnicas utilizadas para postergar a diferenciação dos produtos é a formação de módulos. Desenvolvem-se módulos de matérias-primas ou sub-montagens que podem ser utilizados em diversos produtos. O produto é constituído de módulos comuns e apenas ao final do seu processo de fabricação é feita a diferenciação.

Trabalhar com uma estrutura de produto modular é vantajoso, pois o ferramental, os recursos de máquinas e a mão-de-obra utilizados serão os mesmos. Reduzindo assim o número de máquinas dedicadas, o que flexibiliza a produção caso o mix de produto seja alterado. Também é mais fácil fazer uma previsão de vendas dos módulos do que do produto pronto. Seria como agregar para se fazer o planejamento estratégico, mas nesse caso ao invés de agregar produtos finais em famílias, faz-se o planejamento um pouco antes de os produtos se diferenciarem.

Um exemplo de produção modular é automóvel. Famílias de carros compartilham a mesma plataforma, o mesmo conjunto de suspensão, freio e motor. O que diferencia um carro do outro é a carroceria e os opcionais selecionados pelo cliente. Neste caso é mais fácil elaborar um planejamento para o consumo de motores e sistemas de freios, do que para cada modelo individualmente.

3.3. O plano mestre de produção

Segundo [RENDER, 1996] “o plano mestre de produção é uma intenção de produção e não uma previsão de demanda”. Como mostrado na figura 6: esquema de funcionamento do MRP (página 18), vê-se que as entradas no plano mestre são o plano agregado, os pedidos em carteira e as previsões de vendas.

Na estrutura hierárquica da empresa as decisões de plano agregado e previsão de vendas são tomadas na elaboração do plano de vendas e operações (Sales and Operation Planning) elaborados pela alta diretoria. Esses planos têm um horizonte de planejamento que variam de 4 meses a 1 ano e normalmente são expressos em valores monetários, como o volume de vendas de uma família de produtos ou os investimentos em novos equipamentos para o primeiro semestre.

O plano mestre é a desagregação do plano agregado e do plano de vendas transformando os valores monetários em unidades produzidas. Eles possuem um horizonte de planejamento menor indo normalmente de 1 mês a 3 meses.

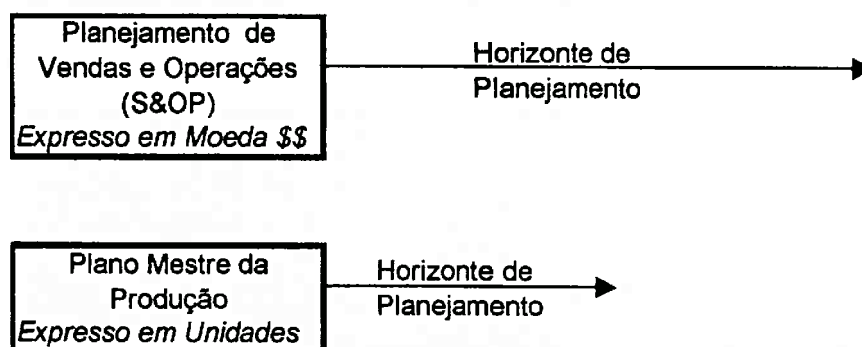


Figura 10 : Horizonte de planejamento

No plano mestre são estipuladas as datas e quantidades que serão consumidas de cada item ou família de produtos. Ele é a entrada principal do MRP e com sua correta utilização o MRP torna-se uma ferramenta de planejamento e não apenas de programação e controle da produção.

Segundo [CORREA, 1997] o plano mestre “colabora com a melhora do processo de promessa de ordens para clientes, com melhor gestão de estoques dos produtos acabados, melhor uso e gestão da capacidade produtiva e integração na tomada de decisão entre funções.”

As vantagens enumeradas por Correa podem ser alcançadas, pois o plano mestre sendo uma intenção de produção pode ser explodido pelo MRP que irá calcular as necessidades de cada componente, as cargas nos setores produtivos, a disponibilidades dos itens acabados em estoques e a viabilidade de entrega do pedido no prazo. Caso o plano não seja viável o programador pode ajustá-lo para torná-lo viável.

Na figura 6: esquema de funcionamento do MRP é mostrado que o plano mestre é submetido ao planejamento grosseiro da capacidade. Nesta etapa o programador analisa o plano buscando sua viabilidade em termos de capacidade. Se a fábrica não for capaz de atendê-lo, por falta de capacidade, o programador pode solicitar horas-extras, mudar o ritmo das máquinas, solicitar um prazo de entrega maior, ou entrega parcial do pedido. No caso contrário, de haver ociosidade, ele pode antecipar a produção buscando um nivelamento das ordens de produção entre outras possibilidades fazendo com que o plano mestre seja uma ferramenta de planejamento e não apenas de programação.

O planejador mestre pode, por exemplo, simular um grande pedido de venda e ver se a fábrica é capaz de atendê-lo no prazo. Pode fazer simulações alternado a

quantidade de máquinas disponíveis, horário dos turnos, *lead-times* de compra, etc. Enfim todos os parâmetros do sistema produtivos podem ser alterados e simulados com o uso de plano mestre seguido do MRP.

O planejador mestre realiza o difícil trabalho de interligar o plano estratégico da empresa com o plano operacional. Transformando objetivos financeiros de longo prazo em metas unitárias, desagregadas por item/famílias, de curto prazo. Essa interligação entre a estratégia da empresa e o plano de produção depende do tipo de produção da empresa, pois para cada tipo a previsibilidade da demanda é diferente, alterando a importância das entradas do plano mestre (carteira de pedidos, previsão de vendas, plano agregado).

No item 3.2 foram apresentados três tipos de produção: produção para estoques, montagem sob-pedido e projeto sob-encomenda. Em produção para estoques, a fábrica produz a maior parte de seus produtos sem conhecer o pedido do cliente. Grande parte dos produtos fabricados para estoques são produtos de massa dos quais o cliente quer ter disponibilidade imediata. Nesse caso a previsibilidade da demanda é muito importante, pois o volume de produção processado sob pedidos conhecidos é pequeno. É preciso, a partir de uma previsão, abastecer os estoques para suprir a demanda ainda desconhecida. Nesse caso o plano mestre tem como principal entrada a previsão de vendas, sendo menos representativa a carteira de pedidos. A vantagem de se produzir para estoque é que o estoque de produtos acabados funciona com um colchão, amortecendo as oscilações do mercado, permitindo que a fábrica trabalhe com uma produção mais nivelada, não tendo que recorrer a horas extras em alguns períodos de pico e depois ficar com ociosidade nos períodos de baixa. O custo desse isolamento das flutuações do mercado é carregar estoques. Logo, esse tipo de produção se adequa bem a produtos de baixo valor e consumo em massa, pois sua estocagem não é cara.

Em projeto sob-encomenda, como trata-se de um produto praticamente único para aquele cliente em que se precisa saber quais são as especificações, a produção processada é em sua grande parte feita conhecendo o pedido do cliente. O cliente também nesse caso está disposto a esperar pelo produto. Portanto a previsibilidade da demanda nesse caso não é tão importante. O plano mestre é baseado nos pedidos em carteira e no plano agregado. As vantagens desse tipo de produção é não carregar

estoque de produtos acabados, oferecer um produto customizado segundo as especificações do cliente. As desvantagens são a possibilidade de haver picos de demanda por projetos necessitando o uso de horas extras ou novas contratações, a produção não é nivelada.

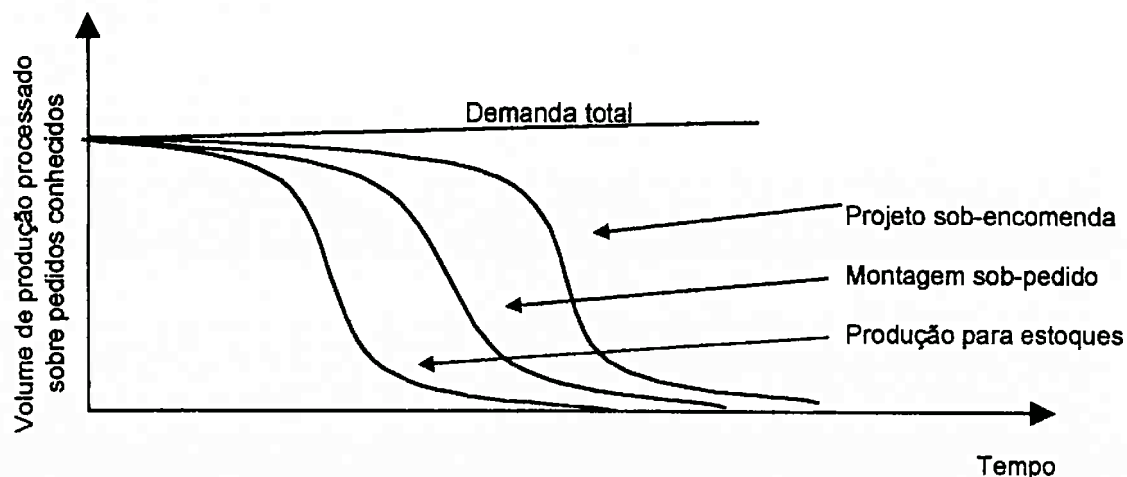


Figura 11 : Importância da previsão para os diferentes tipos de produção

Já a montagem sob-pedido é uma mistura dos dois tipos de produção acima citados. Para seus componentes e sub-montagens que são feitos internamente para estoques é necessário ter uma ~~previsão de vendas~~. Os produtos finais, que podem apresentar milhares de configurações dependendo da combinação de sub-montagens escolhidas pelo cliente, serão montados sob pedido trabalhando nesse caso com carteira de pedidos.

Por ser um tipo de produção intermediário entre produção para estoques e projeto sob-encomenda, a montagem sob-pedido desfruta das vantagens de ambos. Possui um estoque de sub-montagens que permite isolar a fábrica das oscilações do mercado. A estocagem de sub-montagens é menos custosa, pois menos valor foi agregado ao produto e com a mesma sub-montagem monta-se diversos produtos finais, não necessitando de muitos itens em estoque. Como o produto final é montado apenas quando existe o pedido do cliente é possível oferecer uma grande variedade de produtos 'customizados' sem precisar tê-los em estoque. E nesse caso o cliente não precisará esperar todo o ciclo de produção para receber o produto.

Para que o plano mestre de produção seja coerente, é preciso estabelecer o horizonte de planejamento com o qual se estará trabalhando. O horizonte de planejamento está ligado com a facilidade em se prever a demanda de um item, a

antecipação com que são recebidos os pedidos e sobretudo com o *lead-time* de fabricação do item planejado.

Como a figura 11, da página anterior, indica, quanto mais próximo do presente maior o volume de produção processado sob pedidos conhecidos. É natural que quanto mais próximo do período presente, mais fácil seja conhecer a demanda de um item. Como demanda de um item pode-se considerar sua previsão de venda, os pedidos em carteira ou uma combinação dos dois. [PROUD, 1999] propõe que a demanda de um item seja a previsão de vendas dele e conforme os pedidos vão entrando na carteira, eles ‘consomem’ a previsão de vendas. Ou seja, num horizonte de planejamento distante teremos apenas a previsão de vendas como referência. Próximo do período atual essa previsão será quase toda substituída por pedidos que entraram na carteira. Como já discutido acima depende da estratégia da empresa decidir onde ela encontrará o cliente (tomar conhecimento do seu pedido).

Quanto mais próximo do período atual, mais pedidos já entraram na carteira, a produção já está comprometida com uma série de prazos de entregas. Logo, é de interesse do planejador controlar melhor o seu plano num futuro próximo e deixar mais solta a programação futura. Ele pode, por exemplo, estabelecer que para o mês atual, o plano será semanal, pois se tem uma melhor visibilidade de demanda e deseja-se maior controle da produção e para os meses seguintes trabalhará com um plano mensal.

O horizonte de planejamento não possui um período mínimo obrigatório, entretanto é recomendável que se adote como mínimo o *lead-time* acumulado do item a ser planejado.

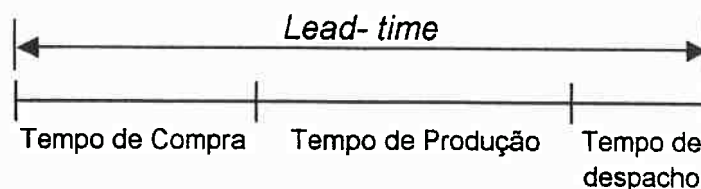


Figura 12 : Composição *Lead-time*

Dessa forma as decisões tomadas no plano mestre ainda são executáveis sem atraso. Um outro parâmetro importante de planejamento é estabelecer o *time fence*, que é o período a partir do qual o sistema não pode alterar as ordens de produção já

lançadas. Toda vez que se roda o MRP o sistema cria ordens planejadas⁹ de produção e compra. A cada nova rodada do MRP o sistema apaga todas as ordens planejadas e calcula tudo de novo. Quando a data dessas ordens ultrapassaram o *time fence* não é permitido ao sistema excluí-las, nem gerar novas ordens planejadas para esse período. O *time fence* é uma medida, que tira a autonomia do sistema, visando reduzir o que se chama de nervosismo do sistema. Impedindo que a cada rodada o MRP gere ordens completamente diferentes e inviáveis. Quanto mais regular for a ocupação da fábrica melhor. Muita oscilação perturba a programação.

No item 3.2 foi apresentada a importância da lista de material/estrutura do produto para o bom funcionamento dos sistemas MRP. Dentro da empresa, um dos vários usuários da lista de material é o planejador mestre. Ele precisa conhecer quais componentes compõem de cada produto, os *lead-times* de fabricação e compra. Entretanto existe uma lista de material para cada produto acabado e na maioria dos casos é muito difícil para o programador prever a demanda de cada um desses itens. No plano mestre há a desagregação do plano de vendas e operações, mas ainda um nível de agrupamento é guardado. Logo, o planejador tem necessidade de uma lista de materiais menos detalhada. Uma solução possível é a elaboração de uma lista para planejamento (*planning list*) Nessa lista o 'item pai' seria o item ou família de produto que foi planejado no plano estratégico da empresa, os 'itens filhos' seriam os componentes dessa família e a quantidade que o 'item pai' consome do 'item filho' seria expressa como a porcentagem que esse item representa nas vendas da família.

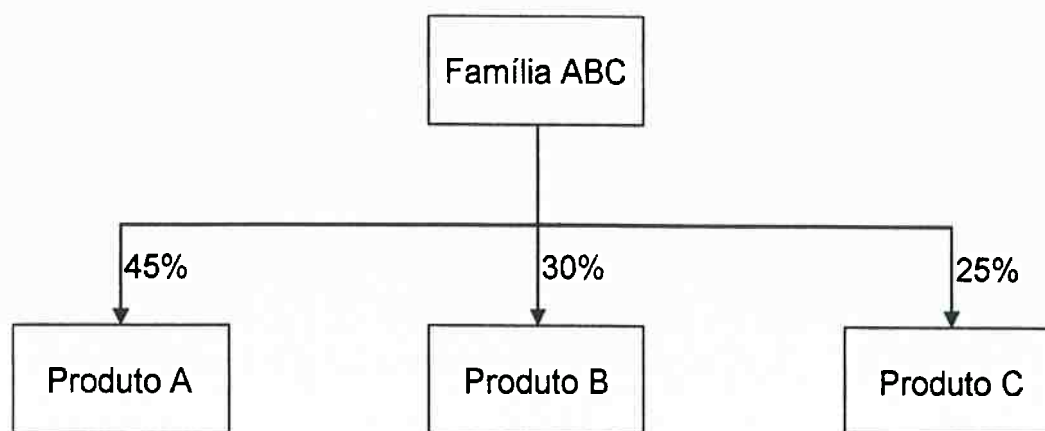


Figura 13 : Lista para planejamento

⁹ Ordens Planejadas não são passadas a produção ou aos fornecedores antes que o programador as revise e FIRME

A lista para planejamento é uma ferramenta útil para o planejamento da produção, pois reduz o número de itens a serem previstos e também aproxima a visão do planejador mestre com a visão da diretoria que elaborou o plano de vendas por linhas de produtos ou famílias. A desvantagem é que ela precisa ser sempre atualizada para que as proporções estabelecidas entre os 'itens pai' e seus 'filhos' sejam próximas da realidade.

Um planejamento muito agregado não fornece detalhes suficientes a produção. Já um planejamento detalhado exige um volume muito grande de dados para ser feitos, tornando a tarefa muito lenta. Uma forma de saber o que planejar é estudando a estrutura do produto. Produtos em forma de pirâmide apresentam poucos itens finais feitos com muitas matérias-primas. Já os em forma de ampulheta apresentam muitos itens finais, alguns sub-conjuntos e muitas matérias-primas. Logo é mais lógico planejar no nível de sub conjunto por serem em menor nível.

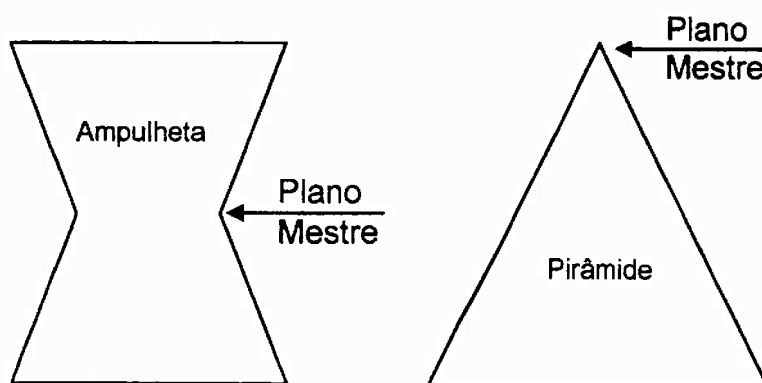


Figura 14 : Plano mestre versus estrutura do produto

3.4. Controle de Estoque Rotativo

A grande maioria das empresas de manufatura possuem estoques. Eles podem estar espalhados pelas diversas fases de produção de um produto, por isso é necessário fazer uma divisão do tipo de estoque. Existem três grandes grupos de estoques:

- Estoques de matéria-prima
- Estoques de produtos em processo
- Estoques de produtos acabados

No mercado existe uma cultura de que estoques são improdutivos e devem ser reduzidos ao máximo. Muitas das chamadas 'melhores praticas' de manufatura propõem modelos que visam reduzir estoques. O *Just in time* ideal seria aquele que trabalha com estoque zero onde fornecedor, produtor e mercado estão em perfeita sintonia. Dificilmente isso ocorre. O MRP, por ser um modelo de planejamento das necessidades, funcionaria sem estoque, se as incertezas da demanda e produção fossem zero. No plano teórico estoques até poderiam ser eliminados, na prática isso não ocorre.

Portanto, é preciso compreender a razão de existir de alguns estoques. Para algumas empresas, estoque de produtos acabados pode ser um diferencial competitivo, pois permite oferecer produtos à pronta entrega (incerteza da demanda). Para outras empresas estocar matéria-prima é necessário para garantir a continuidade da produção; por exemplo os auto fornos de siderúrgicas que não podem parar (incerteza do fornecimento). Em outros casos é preciso ter estoque de produtos em processo, pois pode haver uma quebra de máquina no início do processo que poderia parar a linha toda se não houver estoques (incerteza da produção). Logo, a existência de estoques está ligada ao tipo de produção, a estratégia da empresa e a todas as incertezas do processo produtivo.

Tudo isso afeta o plano mestre de produção da empresa que precisa balancear todos esses aspectos. A figura abaixo ilustra esse balanceamento.

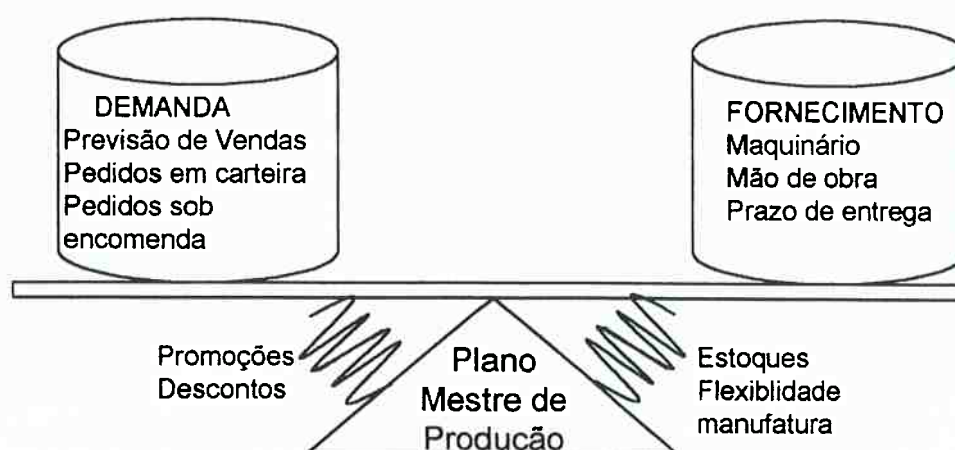


Figura 15 : Incertezas de um processo de produção, adaptado de PROUD

Como a própria figura ilustra os estoques funcionam como um amortecedor de variações, seja da demanda seja do fornecimento. Caso haja um aumento repentino de demanda, os estoques podem suprir, ou caso um fornecedor atrase a entrega de matéria-prima, o estoque abastece a produção. Logo quanto maior o estoque maior a proteção da empresa quanto as incertezas do processo produtivo e menor a necessidade de controle do estoque.

Entretanto existem custos para se manter estoques: financeiro pelo capital empatado e físico pelo espaço ocupado, dinheiro gasto com movimentação e armazenagem do material. Um ponto de equilíbrio deve ser encontrado.

Para se trabalhar com estoque reduzido, é preciso ter um maior controle do que há em estoque e qual a quantidade desse item. Uma indústria pode chegar a ter dezenas de milhares de itens em estoque, portanto é impossível ter um controle rigoroso de todos esses itens. Além do mais existem itens que por suas características particulares exigem um tratamento diferenciado. Faz-se necessário uma divisão de qual item controlar e como controlá-los.

Em [ARNOLD, 1998] é sugerida a técnica da curva ABC para separar os itens “pouco essenciais dos muitos triviais”. Essa técnica é baseada nos estudos do matemático italiano Giuseppe Pareto que classifica os itens conforme a importância da variável controlada.

A escolha de qual variável controlar é muito importante. Uma empresa, por exemplo, que estoca materiais de alto valor deseja reduzir o volume de capital empatado em estoque. Então, uma variável de controle adequada seria o valor movimentado, que é a quantidade de itens movimentada vezes o valor do item. Uma ação de controle nos itens de maior valor movimentado causaria maior redução do capital empatado que uma ação em itens, que mesmo de alto valor, não são muito movimentados. Já uma empresa que estoca isopor não está preocupada com o valor movimentado, mais sim com o volume movimentado.

Tendo escolhido a variável a ser controlada pode-se ordenar os itens em ordem decrescente de importância e construir o gráfico cumulativo da variável controlada. Segundo [SLACK, 2001], no gráfico cumulativo da variável controlada, ou gráfico de Pareto, “tipicamente 80% do valor do estoque de uma operação é responsável por somente 20% de todos os tipos de itens estocados”.

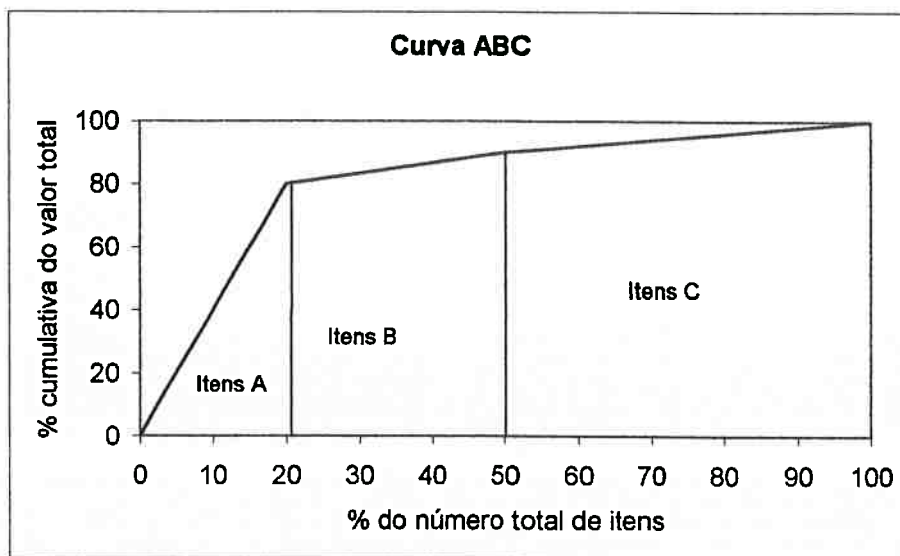


Figura 16 : Curva de Pareto para itens em estoque

Fazendo a divisão dos itens de estoque em A, B e C, fica evidente a diferença de importância de cada classe de item. Sendo assim, o melhor é aplicar uma política específica para cada classe de item.

Para os itens classe A, que são os mais importantes e serão eles que possibilitarão uma redução significativa dos estoques, deve ser aplicado um controle rigoroso de tudo o que entra e sai do estoque e uma checagem física dos níveis de estoques que pode ser realizada, por exemplo, a cada mês.

Os itens classe B não necessitam de um controle de estoque tão rígido, mas deve haver registro dos lotes que entraram e saíram dos estoques. A checagem física dos níveis de estoque pode ser realizada, por exemplo, uma vez a cada seis meses.

Por fim, os itens classe C, que não apresentam muita importância, não precisam ter controles rígidos das quantidades que entram e saem, pode-se trabalhar com uma política de ponto de ressuprimento que dispara um pedido de compra quando o nível de estoque fica abaixo de um ponto estipulado. A checagem física dos estoques pode ser feita, por exemplo, apenas uma vez ao ano.

Essa forma de controlar estoques com políticas e períodos de verificação física diferentes para cada classe de item é conhecida como controle rotativo de estoques.

3.5. Conceitos da Qualidade

Em toda a literatura sobre qualidade é muito difícil encontrar um consenso entre os diversos autores de qual seria a definição de qualidade. Em [GARVIN, 1992] é destacada essa dificuldade em se definir qualidade. “... a qualidade continua sendo um termo facilmente mal entendido.” Mais adiante também escreve que “é essencial um melhor entendimento do termo para que a qualidade possa assumir um papel estratégico”.

Em [JURAN, 1991] também é explicitada essa necessidade “é mais conveniente dar à palavra ‘qualidade’ uma definição simples.” E por isso Juran adota a definição de qualidade como sendo “adequação ao uso”, embora reconheça que essa definição não tenha aceitação universal ela é simples e foca no atendimento das necessidades dos clientes.

Nesse trabalho será adotada a visão de GARVIN que identificou cinco abordagens para a definição da qualidade. São elas:

- Transcendente
- Baseada no produto
- Baseada no usuário
- Baseada na produção
- Baseada no valor

Segundo a visão *transcendente*, qualidade é um conceito absoluto, universalmente reconhecido e atemporal. As pessoas só desenvolvem esse senso da qualidade após sucessivas exposições de objetos que apresentem características similares.

A visão *baseada no produto* aponta para uma definição da qualidade completamente diferente. Neste caso qualidade é vista como uma variável precisa e mensurável. Por exemplo, tapetes finos de qualidade têm mais nós por centímetro quadrado. Segundo essa visão, uma melhor qualidade só pode ser obtida com um custo mais alto, pois trata-se de alterar a quantidade de atributos contidos em um produto. Ela supõe também que a qualidade de um produto pode ser sempre medida por atributos mensuráveis.

A terceira definição apresentada é a *baseada no usuário*. Essa definição classifica qualidade como sendo algo pessoal e subjetivo, pois depende da satisfação

do consumidor com o produto. Conforme essa definição, o produto de maior qualidade é aquele que melhor se adequa ao uso dado pelo consumidor.

Em seqüência, [GARVIN, 1992] expõe o conceito da qualidade *baseada na produção*. Aqui qualidade é encarada com ‘conformidade com as especificações’, ou seja, feito o projeto ou estabelecidas as especificações de um produto qualquer desvio delas representa uma falta de qualidade. Este é um enfoque muito voltado para o produto e a forma como é fabricado, sua deficiência é não considerar a percepção do cliente, do que para ele é qualidade naquele produto. Essa definição leva a uma ênfase do setor produtivo no controle estatístico da qualidade.

Por último, o conceito da qualidade *baseada no valor* que defini qualidade em termos de custos e preço. Numa relação custo –benefício do produto na qual o cliente confronta o desempenho ou conformidade com o preço ou custo do produto. Almeja-se uma “excelência que se pode adquirir”(JURAN).

Como se percebe essas cinco definições da qualidade são bem ampla, indo desde um enfoque prático ligado a um atributo do produto até a percepção de qualidade que um cliente tem de determinado produto. Mesmo com as cinco definições apresentadas o conceito da qualidade continua sendo um conceito complexo de múltiplas interpretações. Por essa razão Garvin propõe desagregar o conceito da qualidade em seus elementos básicos, que segundo ele são:

- Desempenho
- Características
- Confiabilidade
- Conformidade
- Durabilidade
- Atendimento
- Estética
- Qualidade percebida

A tabela abaixo apresenta definições para essas oito dimensões propostas por Garvin.

<i>Dimensão</i>	<i>Definição</i>
Desempenho	Refere-se às características operacionais básicas do produto. Exemplo: aceleração de um automóvel
Características	São as características que completam o funcionamento básico do produto. Exemplo: Os menus pré-programados de aquecimento de um microondas que completam sua função básica: aquecer.
Confiabilidade	É a probabilidade de ocorrer uma falha no funcionamento do produto. Exemplo: o fabricante garante que seus sensores só podem a vir falhar depois de 500 h de uso.
Conformidade	É a porcentagem em que um projeto ou atributo de um produto está de acordo com os padrões estabelecidos. Exemplo: 95 % das chapas vendidas tem espessura entre 1,5 e 1,65mm
Durabilidade	É um indicador temporal da vida útil do produto. Pode ser interpretada como o tempo até o produto se deteriorar e ser inutilizado ou o tempo até, após sucessivos reparos ser mais rentável adquirir um novo produto.
Atendimento	Interligada com a durabilidade é a rapidez, cortesia ou facilidade de reparo. Quanto tempo e com qual esforço o cliente terá seu produto operando novamente. Exemplo: Empresa de avião que garante qualquer peça de reposição em 48h, não importa onde o avião esteja
Estética	É uma dimensão mais subjetiva, ligada à definição de qualidade baseada no usuário. É reflexo de julgamentos e preferências pessoais
Qualidade percebida	Na falta de informações completas sobre os produtos, os clientes buscam inferir a qualidade do produto por outros indicativos, por exemplo, o nome da marca, propaganda.

Tabela II: Oito dimensões da qualidade

3.6. Fatores qualificadores e classificadores de pedido

Em um mercado competitivo, de livre concorrência, antes de realizar a compra ou pedido de um produto, a empresa interessada realiza um levantamento de preços com os fornecedores daquele produto. São raros os casos em que só existe um único fornecedor para o produto desejado, ou seja, a empresa terá que escolher entre um dos possíveis fornecedores, aquele que melhor se adequa às suas necessidades.

Segundo [SLACK, 2001] as empresas avaliam seus fornecedores segundo dois fatores. São eles:

Fatores qualificadores: segundo Slack “são aqueles aspectos da competitividade nos quais o desempenho da produção deve estar acima de um nível determinado, para ser sequer considerado pelo cliente”.

Fatores classificadores: “são considerados pelos consumidores como razões-chaves para comprar o produto ou serviço”.

Uma empresa, por exemplo, pode estabelecer como fator qualificador para seus fornecedores possuir a certificação ISO 9000. Só fornecedores com essa certificação poderão ser cotados. Dentre os fornecedores que atenderem esse critério eles serão classificados segundo os aspectos considerados chaves para a empresa. Podem ser: preço, prazo de entrega, condição de pagamento, qualidade, etc. Cada empresa pode estabelecer seus próprios critérios classificadores de compra.

O importante dessa abordagem é notar que os fornecedores precisam se posicionar corretamente em relação ao conjunto de fatores qualificadores e classificatórios estabelecidos pelas empresas se desejam ganhar pedidos. Essa consideração deve fazer parte da estratégia da empresa.

A figura abaixo ilustra que para um fornecedor não há ganho em ser muito superior em um fator que é qualificador, pois esse diferencial não será usado na hora de decidir a compra. Ou seja, as características que ultrapassam demasiadamente os quesitos qualificadores representam perdas para a empresa pois não agregam valor ao produto, só custos.

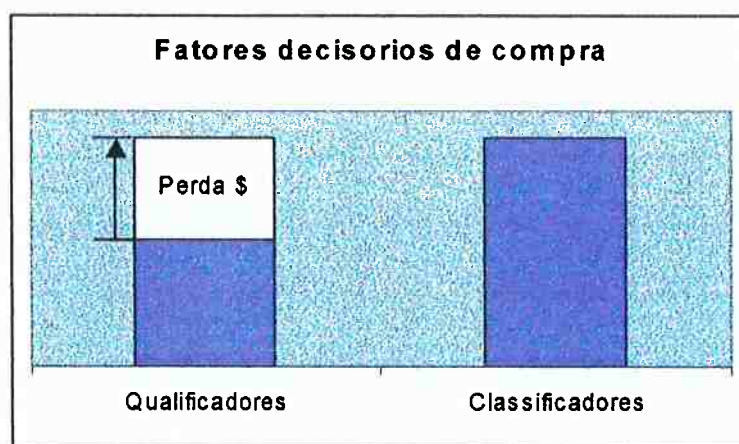


Figura 17 : Fatores decisórios de compra

É necessário ao fornecedor ter uma clara visão de quais são os fatores ganhadores de pedido que diferenciam seu produto dos demais concorrentes para neles investir e buscar ser mais competitivo.

4 PROPOSTAS DE MELHORIAS

Analisando os problemas existentes na empresa estudada e revisando a teoria à cerca do tema, o autor propõe cinco melhorias, uma para cada problema descrito.

Na prática os problemas não existem isoladamente e não são causados apenas por uma razão, existem inter-relações suas causas. Logo, as melhorias propostas também se relacionam sendo uma necessária à ocorrência da outra ou a existência de uma melhoria possibilita maiores ganhos em outra área. A figura abaixo torna clara a relação entre as melhorias proposta na empresa estudada e o objetivo que elas visam.

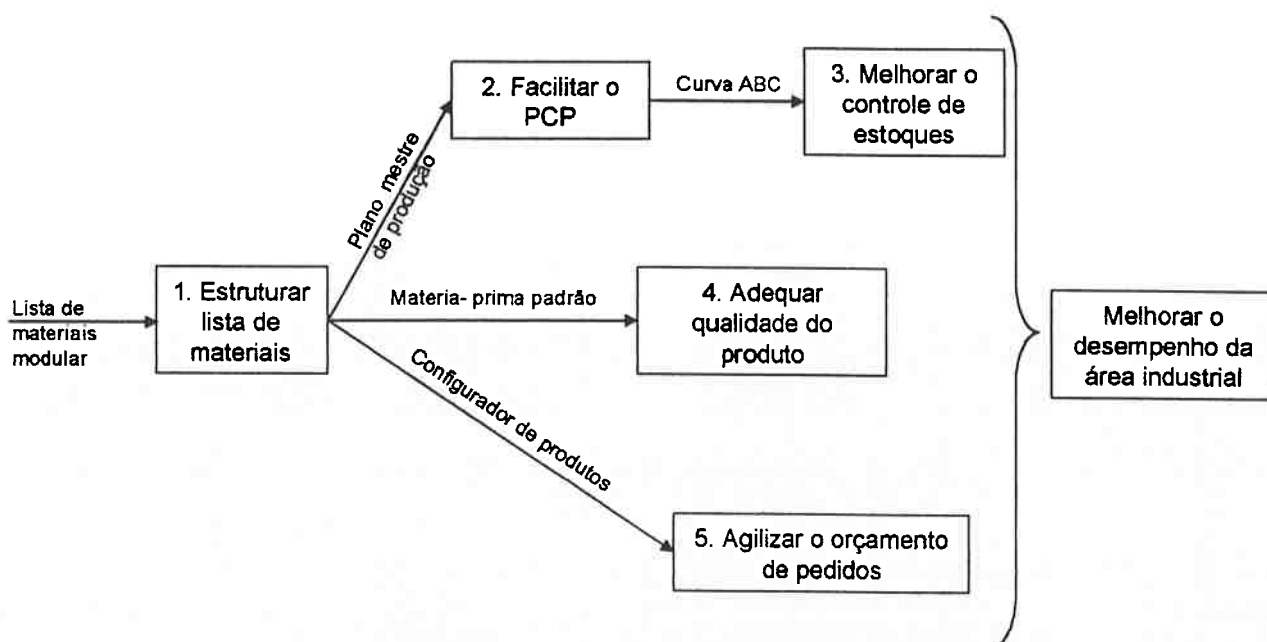


Figura 18 : Inter-relacionamento das melhorias

Todas as melhorias propostas convergem para uma melhoria do desempenho da área industrial da empresa. Essa melhoria pode ser entendida como:

- Redução dos custos de estocagem
- Melhora do nível de atendimento em relação aos prazos prometidos
- Possibilitar o desenvolvimento de novos produtos alinhados as necessidades do mercado

Para se alcançar esse melhor desempenho da área industrial, o autor notou que não bastaria apenas uma ação pontual, mas uma mudança interna que constituísse os alicerces para sustentar as melhorias almejadas. Portanto, como primeira proposta de melhoria foi escolhida a estruturação da lista de materiais/estrutura de produto da empresa. Esse ponto era crítico, pois como mostra a figura 18 acima, seu sucesso influência as demais áreas. Com isso feito, é possível

julgar se os produtos fabricados apresentam uma qualidade adequada com as necessidades do mercado. Conhecer a estrutura do produto permite que um novo processo de orçamento de pedidos seja implantado e uma política de planejamento, programação da produção tenha seu caminho facilitado.

Em seguida, será explicado em detalhes cada melhoria proposta e no próximo capítulo, conclusão, será feito um balanço avaliando se as melhorias já foram aplicadas na empresa e em que estágio se encontram.

4.1. Melhoria 1: Estruturar lista de materiais

A primeira melhoria considerada como base para as demais foi alcançada através das seguintes propostas:

- Identificação da estrutura típica do produto e dos atributos que diferenciam os produtos
- Elaboração da lista de materiais de cada um dos produtos
- Análise e formação de módulos de produtos
- Estudo da viabilidade de postergar a diferenciação (post ponement)

Para alcançar tal melhoria o autor começou analisando o tipo de produção da empresa estudada. Percebe-se que é uma empresa, cujo tipo de produção é montagem sob-pedido. Uma variada gama de produtos é oferecida, permitindo ao cliente escolher entre mais de 10 mil diferentes itens. Com tamanha variedade, é inviável manter estoques de produtos acabados, sendo necessário aguardar o pedido do cliente para que o produto seja feito. Entretanto, para que o cliente não espere muito pelo produto, a empresa já tem em estoque algumas sub-montagens que são utilizadas para montar o produto final; agilizando assim, o processo.

Ao longo dos anos a empresa estudada não se preocupou em manter um cadastro atualizado dos itens que produz. Existem apenas registros de alguns itens das principais famílias, outros registros contêm componentes que já foram substituídos ou atualizados ou as quantidades de componentes na ficha de produto não conferem com a realidade. Enfim, a informação não está formalizada e centralizada, e sim espalhada pelos engenheiros e funcionários da empresa que estão lá há vários anos já conhecendo os produtos de cor.

Identificação da estrutura típica do produto

Com a informação espalhada pelos funcionários da empresa, o desejo da diretoria de implantar um software de gestão integrada encontrava barreiras. Era preciso ter a informação estruturada para alimentar o banco de dados do software. Seria impossível criar ou mesmo revisar a estrutura de 10 mil produtos, ciente disso o autor buscou primeiramente compreender a estrutura típica de um item fabricado na empresa para depois criar uma sistemática para obter o dados necessários.

A figura a seguir ilustra uma estrutura típica (simplificada) de um produto fabricado pela empresa. Composto basicamente por três grandes sub- conjuntos que são reunidos na montagem sem a necessidade de se realizar trabalhosas operações.

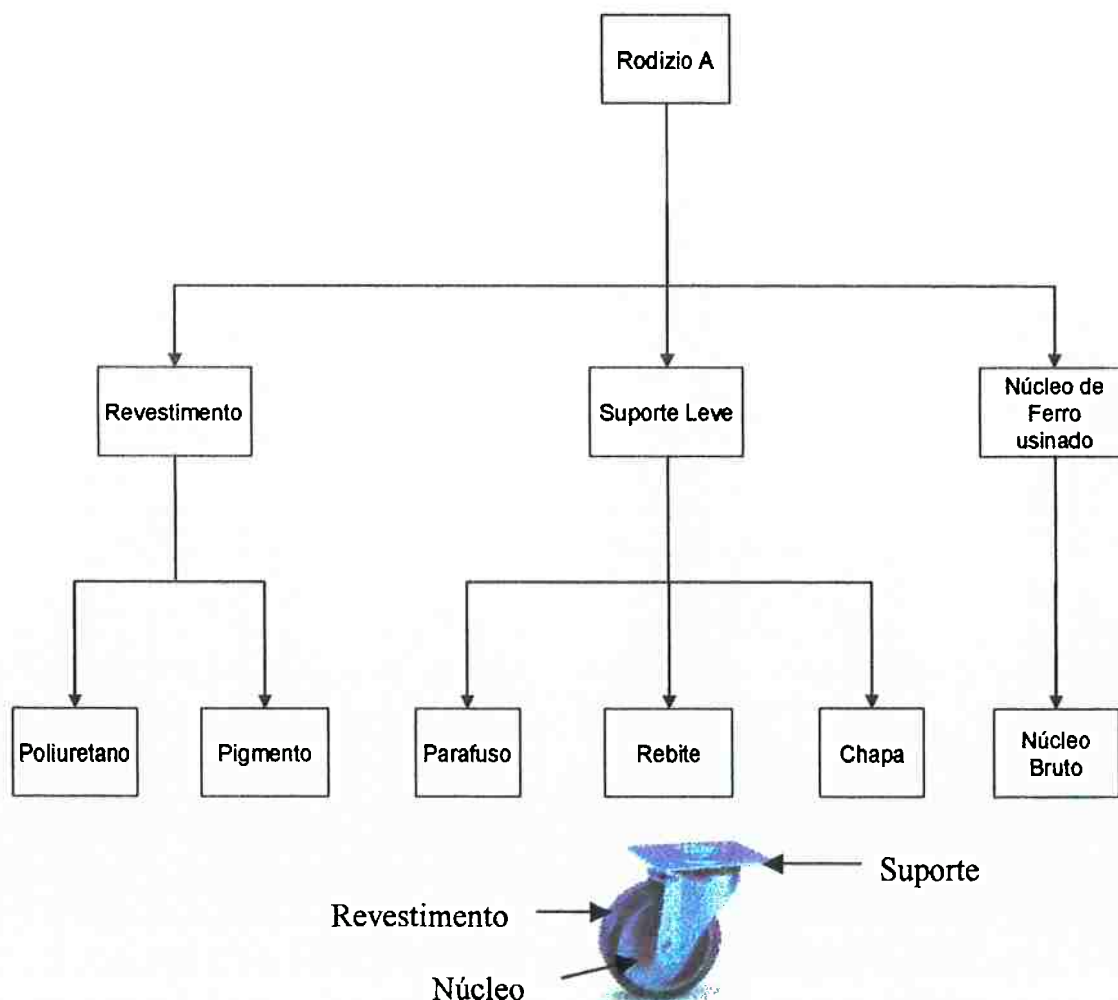


Figura 19 : Estrutura do Rodízio A

O rodízio A pode ter sua estrutura descrita também na forma de lista de materiais que informa a quantidade com que cada componente é consumido. Como visto no item 3.2, existe a lista de materiais indexada que mostra toda a estrutura do produto num mesmo registro e a lista de nível único que mostra para cada item seus componentes do nível imediatamente abaixo. No caso estudado, obteríamos as seguintes listas de materiais:

Lista de Materiais de nível único		
Primeiro nível	Unidade	Qtde
Rodízio A	Pç	1
Revestimento	kg	0,456
Suporte Leve	Pç	1
Núcleo de Ferro Usinado	Pç	1
<i>Segundo nível</i>		
Revestimento	kg	0,456
Poliuretano	kg	0,432
Pigmento	kg	0,024
Suporte Leve	Pç	1
Parafuso	Pç	4
Rebite	Pç	2
Chapa	kg	0,700
Núcleo de Ferro usinado	Pç	1
Núcleo bruto	kg	2,35

Lista de Materiais indexada		
	Unidade	Qtde
Rodízio A	Pç	1
Revestimento	kg	0,456
Poliuretano	kg	0,432
Pigmento	kg	0,024
Suporte Leve	Pç	1
Parafuso	Pç	4
Rebite	Pç	2
Chapa	kg	0,700
Núcleo de Ferro usinado	Pç	1
Nucleo Bruto	kg	2,35

Tabela III: Lista de materiais do rodízio A

A partir do conhecimento da estrutura de um produto típico da empresa é necessário compreender como eles são obtidos, por quais processos passam, quais as restrições e particularidades de cada um. Unindo as restrições de processo com a estrutura do produto, é possível determinar quais são os atributos que diferenciam os produtos um do outro e com esses atributos construir famílias de produtos.

Para os produtos da empresa em questão foram levantados 14 atributos que diferenciam os produtos finais. Cada um desses atributos possui inúmeros valores e a combinação desses atributos com seus diferentes valores é que leva a existência de mais de 10 mil diferentes itens.

Para simplificar a compreensão da melhoria aplicada na empresa e da metodologia usada para alcançá-la, reduziu-se, no presente texto, a análise a três atributos significativos dos produtos com um menor número de valores. Resultando nos três sub-conjuntos abaixo:

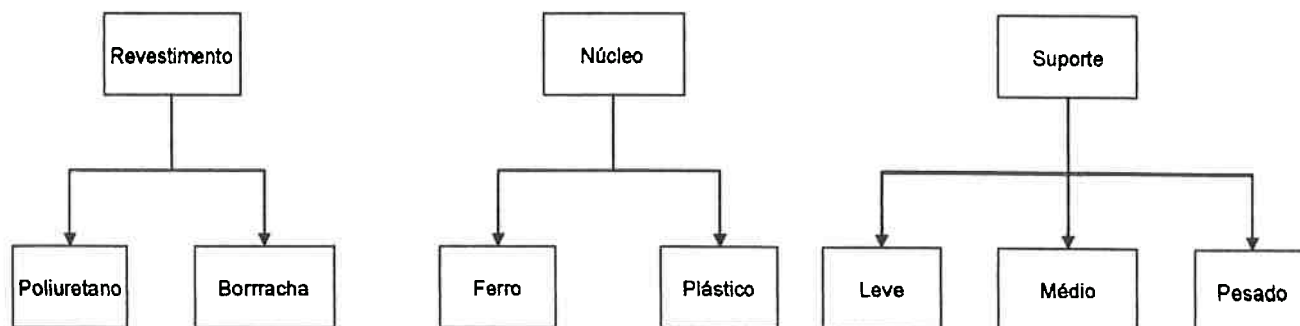


Figura 20 : Atributos que diferenciam os produtos estudados e seus valores

Nesse exemplo, os clientes teriam a escolha de dois tipos de revestimento, dois tipo de núcleo e três tipos de suporte. Formando uma gama de 12 ($2 \times 2 \times 3$) produtos finais possíveis. Para gerar a lista de materiais desses 12 produtos não é necessário fazer uma a uma, basta descrever as quantidades dos valores dos atributos, nesse caso 7 ($2+2+3$) e combiná-las. Baseado nessa sistemática, caso a empresa desenvolva um novo revestimento, por exemplo, de madeira, aumentando o número de produtos possíveis para 18 ($3 \times 2 \times 3$) não seria necessário fazer as 6 ($18-12$) listas de materiais adicionais, bastaria descrever as quantidades usadas no revestimento de madeira.

Elaboração da lista de materiais de cada um dos produtos

Para os rodízios da empresa, levantou-se 14 atributos que diferenciam os produtos e seus possíveis valores construindo uma tabela. A combinação de todos os valores da tabela gerou um número maior do que 10 mil produtos. Na realidade o que ocorre é que algumas combinações não são possíveis de se realizar, portanto é necessário saber das pessoas que conhecem os produtos (dado que a informação não estava disponível em documentação) quais são as regras de formação de produtos.

Sendo assim, o trabalho de estruturação da lista de materiais da empresa estudada consistiu no levantamento de cerca de 250 valores pertencentes aos 14 atributos e elaboração de aproximadamente 30 regras de combinação dos atributos. Usando a tabela com os valores dos atributos e as 30 regras como entrada de um programa Visual Basic desenvolvido pelo autor foi possível fazer a combinação dos atributos e obter ao final a lista de material para os mais de 10 mil produtos da empresa.

A representação gráfica da estrutura de produto da empresa, por tratar-se de uma montagem sob-pedido, assemelha-se a forma de uma ampulheta como apresentado por [PROUD, 1999] e discutido no item 3.2. Os atributos que diferenciam o produto são os sub-conjuntos que combinados de diferentes formas resultam num produto diferente. No gargalo da ampulheta temos os três sub-conjuntos escolhidos para exemplificar o estudo

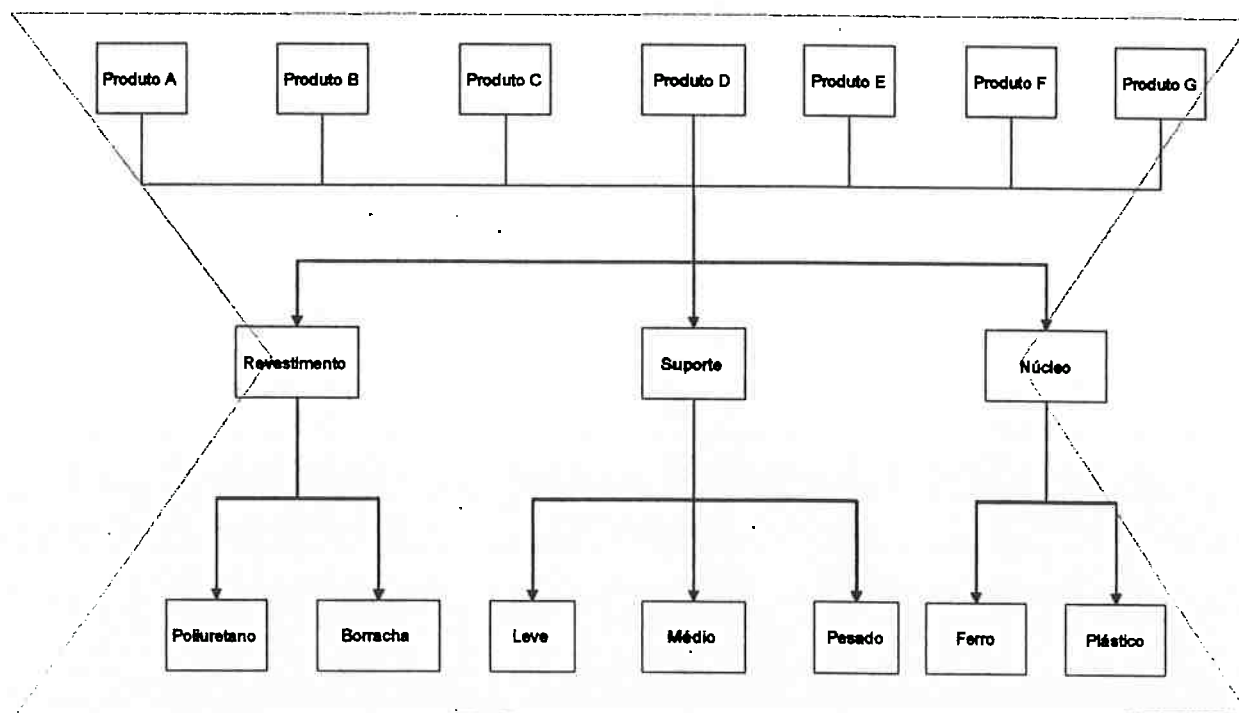


Figura 21 : Estrutura de produto da empresa

A obtenção da estrutura de produto da empresa - o que isoladamente já é um grande ganho, pois documenta todos os produtos que ela fabrica - gera um banco de dados que pode ser exportado para os sistemas de MRP, possibilitando assim uma futura implantação de tais softwares. Contudo, visando já uma adequação da empresa ao uso de softwares de gestão integrada uma especial atenção foi dada a acurácia dos dados.

A lista de material, que alimenta o software, será usada para os cálculos das ordens de produção e de compra, e para as baixas de estoque dos componentes consumidos. Logo, se o programa trabalha com dados errados, as ordens de compra e de produção que gera não têm credibilidade, pois não refletem a realidade. Uma vez que não refletem a realidade, um sistema paralelo precisa ser criado para corrigir

esses erros. Assim sendo, o sucesso da implantação de um MRP está em risco, pois as pessoas desacreditam o sistema e criam sistemas paralelos ou voltam a trabalhar da forma como vinham fazendo anteriormente.

O objetivo, ao se elaborar as planilhas com os valores dos atributos, era de se obter uma acurácia de 95% dos dados. Os valores colocados nas planilhas foram submetidos a validação pelos engenheiros e operários da empresa e, em alguns casos, foi necessário solicitar ao engenheiro de métodos e processos uma nova medição das quantidades utilizadas, pois nenhuma das fontes eram confiáveis.

Com a lista de material feita e com dados corretos, é preciso mantê-la exata e atualizada. Para tanto, foi nomeado na empresa um engenheiro, que será responsável pelas alterações da lista. Caso algum produto seja criado, mudado ou a quantidade de uma matéria-prima alterada, esse engenheiro será responsável por fazer essa alteração. Garantindo assim a exatidão dos dados o que possibilita o seu uso em sistemas MRP.

Análise e formação de módulos de produtos

Além de gerar todas as listas de materiais também se realizou uma análise de como os produtos estão estruturados. Como mostra a figura 21, na página anterior, a estrutura de produto da empresa estudada se assemelha a forma de uma ampulheta, tendo em seu gargalo os sub-conjuntos que serão combinados posteriormente. Na revisão bibliográfica feita, e exposta no capítulo 3, é ressaltado os ganhos que se podem obter a partir de uma lista de materiais modular. Na empresa estudada, por tratar-se de uma montagem sob-pedido, a aplicabilidade de módulos é ainda mais propícia.

Elaborou-se um estudo dos sub-conjuntos que formam o produto, buscando achar semelhanças que pudessem levar a uma formação de módulos. Analisou-se as mais de 30 regras de montagens dos sub-conjuntos obtidas com os engenheiros e funcionários, buscando identificar padrões repetitivos. Levantou-se as configurações mais usuais dos produtos. Com todas essas informações, foi possível criar módulos de sub-conjuntos. Alguns sub-conjuntos foram fundidos formando um novo. Uma configuração muito repetitiva de produto se transformou em modulo agilizando assim a montagem do produto final, que passou a ser feita em menos tempo.

Enfim, foram criados módulos de produtos que possibilitaram: postergar a diferenciação dos produtos (*post ponement*), reduzir do número de sub-conjuntos, diminuindo o número de itens a ser estocados.

A figura abaixo esquematiza a metodologia desenvolvida pelo autor para se obter a lista de materiais modular.

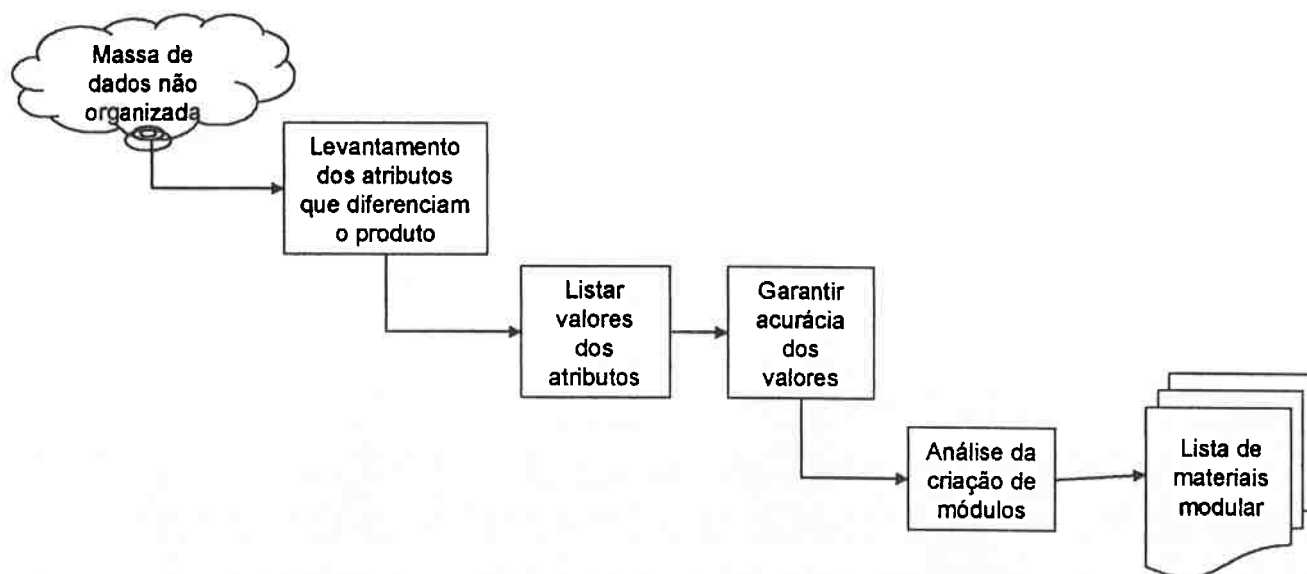


Figura 22 : Método usado para obtenção da lista modular

4.2. Melhoria 2: Facilitar o PCP

Neste item o autor expõe as melhorias propostas para se facilitar o trabalho de planejamento e programação da produção. Planejar, como indica [SANTORO, 2003], é decidir como as decisões do presente afetarão o futuro. É decidir sobre:

- o quanto e o que estocar
- o que pode falta se não houver capacidade
- a necessidade de horas extras ou subcontratações

Para a tomada de todas essas decisões, o planejador necessita de uma série de informações que o orientem. Informações como um plano agregado, uma previsão de vendas, o conhecimento dos pedidos em carteira, a disponibilidade dos produtos em estoques.

Na empresa estudada, o autor notou a ausência de várias dessas informações impossibilitando um correto planejamento. Portanto as melhorias propostas

englobam organizar a empresa de modo a disponibilizar tais informações. Pode-se citar:

- Determinar horizonte de planejamento
- Elaboração de um plano mestre de produção
- Usar uma lista de materiais para planejamento
- Simulação de cenários de produção

Determinar horizonte de planejamento

Para se planejar é necessário saber o horizonte sobre o qual se está trabalhando. Quanto mais distante do momento atual mais difícil é elaborar uma previsão de vendas e um plano de produção. Quando se elabora um plano de vendas e operações as empresas costumam adotar um horizonte de planejamento anual. Este plano expressa as principais metas da empresa e orienta as ações que ela tomará ao longo do ano. O plano de vendas e operações é expresso em valores monetários, por exemplo em quanto cada linha de produto deve faturar ou quais os investimentos em infra-estrutura para o próximo ano. O planejador que elabora o plano mestre de produção, desagrega esse plano transformando-o de valores monetários para unidades e reduzindo seu horizonte de planejamento de um ano para 1 a 3 meses.

A empresa estudada não pratica organizadamente um planejamento de vendas e tão pouco um plano mestre. As ações dela são mais reativas ao mercado do que ativas, o que muitas vezes faz com que a empresa perca oportunidades de negócios importantes por não ter se preparado adequadamente.

Portanto, uma das primeiras melhorias propostas pelo autor foi determinar um horizonte mínimo de planejamento que permitisse a empresa a operar normalmente sem a necessidade de ações emergenciais.

A empresa estudada é uma indústria do ramo metalúrgico, onde os insumos de produção possuem grandes prazos de entrega, logo um horizonte mínimo necessário ao seu planejamento é o maior *lead-time* de produção que ela possui. Dessa forma, seguindo um planejamento, a empresa terá tempo de comprar a matéria-prima necessária a fabricação dos produtos, produzi-lo e entregá-lo sem fazer uso de entregas expressas, quebrar a programação para atender pedidos

urgentes. Tudo isso representa custos extras à empresa que normalmente não são pagos pelo cliente.

Como visto no item 3.2, o *lead-time* é composto do tempo de compra do produto, tempo de fabricação e tempo de entrega. No exemplo aqui estudado, o produto que apresenta o maior *lead-time* seria a chapa de aço dado o seu longo tempo de compra que pode chegar a 45 dias. A produção demora em média uns dois dias e a entrega pode-se somar mais 2 dias. Sendo assim, obtém-se um tempo total de 49 dias como mostra a figura.

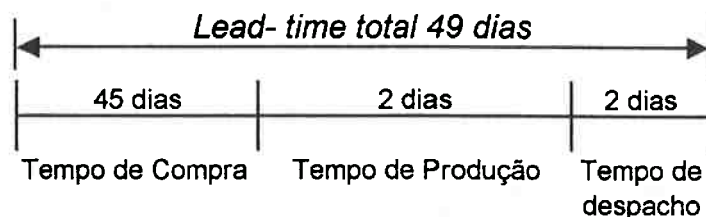


Figura 23 : Horizonte mínimo de planejamento

Isto posto, um horizonte mínimo de planejamento adequado a empresa seria 2 meses. O plano de vendas e operações deve ter um horizonte maior, pois é a partir dele que as metas e objetivos gerais da empresa são transmitidos ao resto da empresa. Elaborar um plano de vendas e operações com o horizonte mínimo é trabalhar com imediatismo, ações do dia a dia. Além disso, o plano de vendas e operações deve possuir um horizonte maior, por exemplo um ano, pois ele será desagregado pelo plano mestre que cuidará de estabelecer as ações de curto prazo de cunho mais operacional que garantam a realização das metas.

Elaboração de um plano mestre de produção

A empresa precisa se organizar para gerar as três informações básica que alimentam o plano mestre de produção. São elas:

- Plano de vendas e operações (plano agregado)
- Carteira de pedidos
- Previsão de vendas

Para a elaboração do plano de vendas e operações a diretoria terá de discutir conjuntamente as metas da empresa, onde o diretor industrial e o comercial precisarão dialogar e alinhar os objetivos entre capacidade produtiva e capacidade de

vendas. Atualmente, a estrutura departamental da empresa não estimula esse diálogo, o que gera objetivos destoantes. Espera-se que este trabalho, ao mostrar as vantagens de um bom planejamento, estimule esse diálogo.

A carteira de pedidos pode ser obtida com o departamento de vendas da empresa. O autor propõe que neste ponto se estabeleçam diferenças mais claras entre pedidos firmes e pedidos ainda não fechados, em negociação. Para não ocorrer a produção de um produto que no final não é vendido, gerando estoques.

Elaborar uma previsão de vendas não é uma tarefa simples. Normalmente se dispõe de poucas informações sobre a demanda futura. Logo, quanto menor o número de itens a serem previstos melhor. E mais, na empresa em questão a oferta de produtos acabados é enorme, dificultando ainda mais a previsão para cada item. Faz-se necessário agrupar os itens para viabilizar uma previsão.

Por trata-se de uma montagem sob-pedido e apresentar uma estrutura em forma de ampulheta o autor propõe que as previsões de vendas sejam feitas uma etapa antes dos produtos acabados, nos sub-conjuntos. Os sub-conjuntos são bem menos numerosos e são utilizados na formação de diversos produtos já agregando a demanda.

A empresa também não possui estoques de produtos acabados o que torna incoerente se fabricar um produto acabado a partir de uma previsão correndo o risco de se a previsão não se confirmar o produto ir para estoque. A empresa terá sim estoque de sub-montagens, guardando um produto com menor valor agregado.

Sendo as previsões de vendas feitas no nível dos sub-conjuntos, o plano mestre também deve ser elaborado nesse nível. A figura abaixo ilustra essa situação.

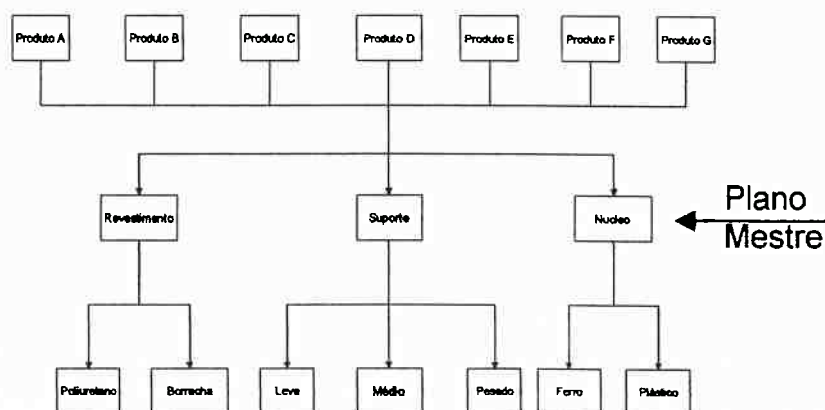


Figura 24 : Plano mestre elaborado no nível dos sub-conjuntos

O planejador mestre recebe então as três informações necessárias à elaboração do plano. Neste ponto é preciso decidir como as previsões de vendas e a carteira de pedidos vão interagir. Existe a possibilidade de só se considerar ou uma ou outra, somar as duas ou combiná-las. A proposta feita é que se combine as duas da seguinte maneira. A previsão de vendas seria utilizada primeiramente e conforme os pedidos fossem entrando na carteira eles seriam deduzidos da previsão, imaginando que os pedidos feitos faziam parte do universo previsto e não são novos pedidos. Sendo assim, quanto mais próximo do período presente maior a quantidade de produção processada sob-pedido; quanto mais distante maior a importância da previsão.

Como no início do período o planejador mestre tem uma melhor visibilidade dos pedidos firmes em carteira, ele pode escolher elaborar seu plano com uma escala de tempo menor durante nesse período e após aumentá-la. Por exemplo, no primeiro mês ele elabora seu plano mestre com uma escala de tempo semanal, especificando o mix de famílias de produtos a serem produzidas em cada semana. No segundo e terceiro mês, pode trabalhar com uma escala mensal. Há sempre o compromisso entre nível de detalhe e dificuldades de obtenção dos dados. Quanto menor a escala de tempo adotada, maior o nível de detalhe e mais difícil é de se obter as informações.

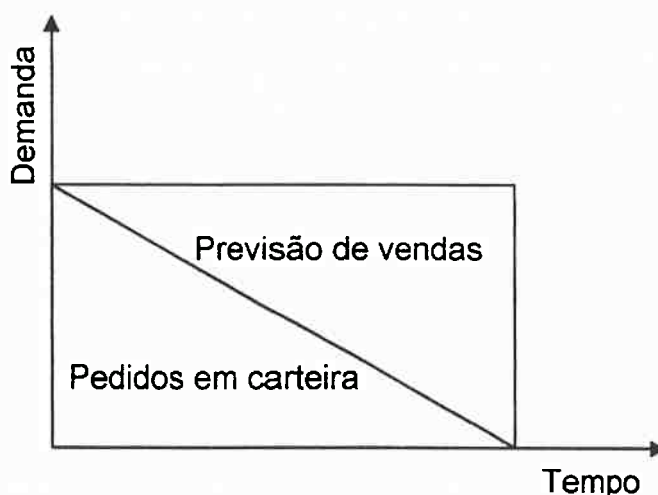


Figura 25 : Combinação dos pedidos em carteira com a previsão de vendas

Usar uma lista de materiais para planejamento

Uma outra ferramenta que o autor propõe é o uso de uma lista de materiais para planejamento (*planning list*). A lista de materiais, da forma que foi descrita no item 3.1, e aplicada à empresa estudada no item 4.1, não é adequada ao planejamento, pois é uma lista que descreve em detalhes cada produto. Isso dificulta o trabalho do planejador em conseguir informações (previsões de vendas, etc) de cada um desses itens. Quanto mais dados a se obter, mais demorado se torna o processo de planejamento. Se o processo é demorado, ele desencoraja a elaboração de diversos cenários de planejamento para a escolha do mais adequado. Mais a frente será comentado a uso de vários cenários para se planejar.

A lista de materiais para planejamento é uma lista elaborada de forma mais agregada para que possa ser mais amigável ao planejador. Ela é uma forma de aproximar a visão estratégica (e agregada) do plano de vendas e operações com a visão operacional do plano de produção. A lista funcionaria como um modelo de desagregação para o planejador. Numa lista para planejamento os ‘itens pais’ são os itens planejados no plano de vendas e no plano mestre, que na empresa estudada seriam os sub-conjuntos. Os ‘filhos’ desses itens seriam as diversas configurações desses sub-conjuntos e finalmente a quantidade com que o ‘pai’ consumo o ‘filho’ seria dada por uma porcentagem referente a participação do ‘filho’ no mix de produto.

A figura 26, na página a seguir, ajuda a compreender como a lista funcionaria na empresa estudada. Ao invés de elaborar uma previsão de quantos itens serão vendidos com revestimento de borracha, núcleo de plástico e suporte tamanho médio, o planejador elabora uma previsão para a venda de itens revestidos não importando como serão combinados posteriormente e dentre os itens revestidos estabelece uma porcentagem de como o mix será distribuído. No caso, 35% dos itens revestidos seriam de poliuretano e 65%, de borracha.

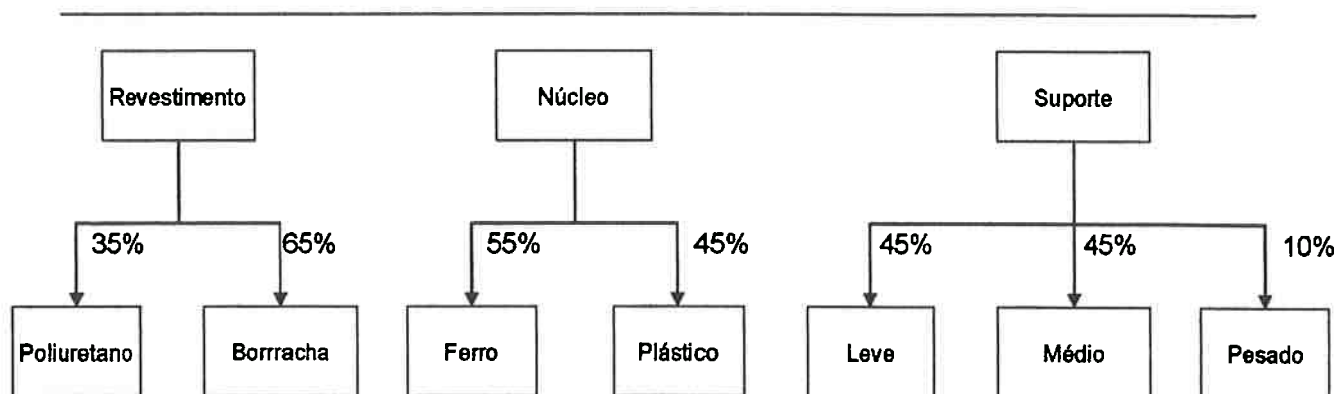


Figura 26 : Lista para planejamento dos sub-conjuntos estudados

Como o exemplo estudado é uma simplificação da estrutura real, os ganhos com o uso de uma lista para planejamento podem não ficar tão evidentes. Para ter a real dimensão da vantagem que tal ferramenta proporciona basta pensar na indústria automobilística, uma clássica montagem sob-pedido com estrutura de produto modular. Quem planeja não sabe quantos carros compactos azuis com motor 1.0 serão vendidos, mas ele sabe que serão vendidos algo em torno de 100 mil veículos esse mês e que 30% desse total serão com motor 1.0. Na lista para planejamento o 'pai' seria o motor e seus 'filhos' os diversos tipos de motor (1.0, 1.6, 2.0) e seria indicado que o 'pai' (motor) consome 30% do 'filho' (motor 1.0.).

Definida a forma de se trabalhar com a demanda, e como desagregá-la através de uma lista de materiais para planejamento, é necessário verificar se o plano mestre proposto é viável em termos de capacidade produtiva. A figura 6 (página 18), que ilustra o funcionamento de um MRP, mostra que o plano mestre de produção é submetido ao planejamento grosseiro da capacidade. Tal planejamento da capacidade tem por objetivo viabilizar o plano proposto. É ainda uma análise superficial, da capacidade, mas já permite uma adequação do plano a realidade. Quando for rodado o MRP, aí sim é feita uma análise a fundo da capacidade pelo CRP (*Capacity Requirements Planning*).

Tanto o planejamento grosseiro da capacidade, como o CRP são ferramentas disponíveis nos softwares de MRP mais recentes, o que permite que ele se torne uma ferramenta de auxílio a decisão. Deixando assim, simplesmente de ser uma ferramenta de programação do que deve ser comprado ou produzido, para se tornar uma ferramenta de planejamento possibilitando a construção de vários cenários produtivos.

Simulação de cenários de produção

Na empresa estudada a proposta é de se utilizar o software de MRP como uma ferramenta de simulação¹⁰, podendo assim testar vários cenários hipotéticos e verificar o que ocorre com a ocupação dos recursos da fábrica. Uma ocasião em que esse recurso poderia ser muito útil seria quando o departamento comercial, antes de fechar um grande negócio, precisa saber se a fábrica será capaz de cumprir os prazos de entrega. O planejador mestre estaria apto a responder essa pergunta em poucos minutos, bastaria entrar com os dados do provável pedido do cliente no sistema e rodar o MRP. Conforme as mensagens de exceção (faltas, atrasos) emitidas pelo sistema e a análise do CRP, o planejador saberia dizer se teria capacidade para atender tal pedido. Caso não conseguisse atendê-lo plenamente, estaria apto a responder qual a data em que conseguiria terminar o pedido.

A proposta do autor é de usar o software também para simulações referentes a paradas programadas das máquinas e ao uso de horas extras. Ao se alterar a disponibilidade dos recursos, seja de homem seja de máquina por um período de tempo, o software recalcula tudo e fornece, como de costume, as mensagens de exceção e a análise da capacidade.

Enfim, o planejador mestre, após receber as informações do plano agregado, as previsões de vendas, os pedidos em carteira e as posições de estoque pode com o auxílio de um software e as ferramentas aqui exposta, decidir qual é o plano mestre de produção mais adequado a empresa. O plano mestre irá alimentar o MRP, que emitirá as ordens de produção e compras necessárias.

As melhorias propostas neste item têm como objetivo facilitar o PCP, mas em um sentido mais amplo, fornecem as ferramentas e as informações necessárias ao encarregado do PCP para que sua decisão seja a mais acertada possível. Por trás dessas melhorias está a busca por uma maior competitividade da área industrial da empresa e um melhor atendimento aos clientes.

A metodologia usada para se alcançar as melhorias propostas pode ser descrita nos seguintes passos:

¹⁰ Ao falar em ferramenta de simulação o autor baseia seu conhecimento nas ferramentas oferecidas pelo software de MRP da ABC71. www.abc71.com.br

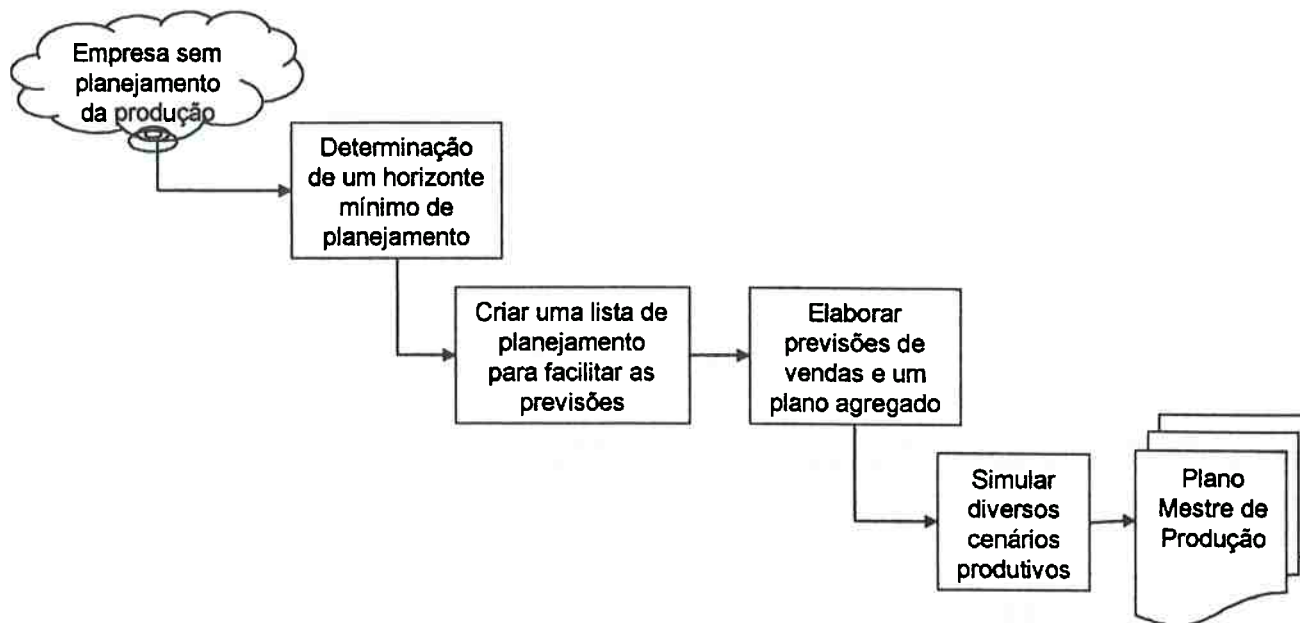


Figura 27 : Etapas utilizadas para a obtenção do plano mestre de produção

4.3. Melhoria 3: Melhorar o controle de estoques

Neste item serão apresentadas as melhorias propostas pelo autor em relação à redução e controle dos estoques. Como já identificado no problema 3, item 2.3, a empresa possui elevados estoques e precisa gerenciá-los de uma melhor maneira. Em busca de solucionar os problemas levantados foram feitas as seguintes propostas de melhorias:

- Redução do estoque de itens importados
- Elaboração de uma curva ABC para classificar os itens;
- Definição de quais itens serão controlados pelo MRP e quais utilizarão ponto de ressuprimento;
- Implantação de uma política de controle de estoque rotativo;

No início dos trabalhos realizado pelo autor, a empresa estudada demonstrou estar insatisfeita com os níveis de estoque que possuía, desejava reduzi-los. Em análise feita no final do exercício de 2002 a empresa apurou que o valor dos produtos estocados representava cerca de dois meses de faturamento.

O primeiro passo foi analisar que tipo de estoque a empresa possuía (estoque de produto acabado, estoque de produto em processo ou estoque de matéria-prima) e em qual deles era possível fazer uma melhoria.

Conclui-se que a empresa, por trata-se de uma montagem sob-pedido, não deveria possuir estoques de produtos acabados, dado que sua produção, supostamente, só finaliza o produto quando o pedido do cliente chega a fábrica.

Na prática foi constatada a existência de um estoque de produtos acabados, referente a um caso específico de produtos importados que a empresa revende no país, onde ela é a representante exclusiva desse produto. Como os lotes de importação eram muito grandes, a empresa estocava os produtos por cerca de 4 meses até serem completamente consumidos e um novo lote chegar. Um ponto importante é que apesar do número de itens estocados ser pequeno, o valor estocado era grande, pois trata-se de itens importados, cotados em dólar, de alto valor unitário.

Redução do estoque de itens importados

Reduzir o estoque de produtos importados aumentaria o capital de giro da empresa e liberaria capital a ser investido em área produtivas. As possíveis alternativas, encontradas pelo autor, de se reduzir o estoque de produtos importados são as seguintes:

- Buscar condições econômicas para importação de lotes menores
- Aumentar as vendas do produto no país
- Passar a fabricar o produto no Brasil com a tecnologia importada do fornecedor
- Em último caso desistir da importação e substituir o produto por similar já fabricado pela empresa

Como primeira alternativa, surge a diminuição dos lotes de importação aliada a um aumento da periodicidade. A proposta é simples, mas sua viabilidade enfrenta algumas restrições econômicas. Com a diminuição dos lotes de importação a empresa perde poder de barganha na negociação, perdendo as vantagens de uma compra em grande escala. Os custo de transporte aumenta, pois serão divididos por um número menor de produtos. O custo por pedido, que para importações é bem elevado, também seria repartido por um número menor de itens.

Por outro lado, como aspectos positivos pode-se ressaltar a diminuição do número de itens estocados aqui no Brasil, conseqüentemente uma diminuição valor

estocado, liberando capital. Com lotes menores é mais fácil adaptar-se aos movimentos do mercado, podendo direcionar as importações dos itens que naquele período são os mais vendidos, evitando assim de se comprar uma grande quantidade de produto que não será completamente vendido e se perpetuará no estoque. Além disso, com uma redução dos itens importados estocados, os custo de armazenagem e seguro do material diminuiriam.

A alternativa de diminuir os lotes de importação tem sua viabilidade ligada ao volume total importado. Se continuar no patamar atual, a diminuição dos lotes torna-se uma boa alternativa. Entretanto, como se trata de um produto diferenciado dos nacionais, a expectativa do departamento comercial é de aumentar o volume de vendas, que seria a segunda alternativa. Com um maior volume de vendas poderia se utilizar uma estratégia diferenciada. Lotes não tão menores, mas mais frequentes. Assim os custo de transporte e pedido seriam distribuídos por um maior numero de itens. E com uma maior periodicidade, o estoque mantido no Brasil poderia ser menor e o mix de produto seria mais flexível com importações mais frequentes.

A terceira alternativa levantada pelo autor seria de nacionalizar o produto, importando a tecnologia do fornecedor. Essa seria uma alternativa que demandaria altos investimentos na importação do maquinário e só se justifica se o volume de vendas do produto for maior. No curto prazo essa alternativa foi descartada, pois a empresa estudada não apresenta condições financeiras de bancar a importação do maquinário e tão pouco deseja se endividar em moeda estrangeira. Contudo, a alternativa foi bem aceita na diretoria com uma possibilidade para o médio prazo.

A quarta alternativa seria a mais drástica, interromper a importação e substituir o produto importado por um similar nacional já fabricado pela empresa. Tal alternativa é vista como emergencial e só será utilizada caso a empresa realmente precise dispor do capital 'empatado' nos estoques de produtos importados.

Qualquer mudança na política de estoques deve ser analisada também sobre os aspectos estratégicos que os estoques representam. Como mostrada na figura 15 (página 31), os estoque podem funcionar como amortecedores das incertezas do processo produtivo (atrasos, quebra de máquina, falta de matéria-prima) como também podem servir para absorver as variações vindas do mercado (flutuação da demanda, prazos de entrega).

No caso dos produtos importados, acima citados, seus estoques são estratégicos à empresa, pois o produto oferecido é único no mercado, diferenciando a empresa das demais concorrentes. Ao ser representante exclusiva de um fabricante europeu, a empresa transmite ao mercado a imagem de empresa moderna, alinhada com as mais novas tecnologias e melhores produtos. Essa discussão permeia os tópicos discutidos no item 3.5 e a frente no item 4.4 sobre a dimensão da qualidade percebida pelo cliente. Se o nome da empresa ou o nome da marca é um fator utilizado pelos clientes no momento da compra, essa posição estratégica dos estoques de importados se justifica. Caso isso não seja um fator ganhador de pedidos, a empresa deve seguir alguma das alternativas sugeridas para reduzir o estoque de produtos importados.

Prosseguindo a análise agora para o estoque de produtos em processo. A empresa estudada também possui estoque de produto em processo. Como dito no início desse item, por se tratar de uma montagem sob-pedido não havia razão para se haver estoques de produtos acabados, dada que os produtos eram montados contra um pedido do cliente. Entretanto possuir estoque de produtos em processo faz parte da estratégia da empresa, pois os vários sub-conjuntos devem estar disponíveis em estoque, para assim que o pedido chegar, o produto ser montado. Portanto, o estoque nesse ponto desempenha uma função estratégica de reduzir o tempo de espera pelo produto, basta aguardar a montagem. Hoje o tempo de resposta da empresa aos pedidos de itens do catálogo é de no máximo três dias úteis.

A figura abaixo mostra a posição estratégica do estoque de produtos em processo.

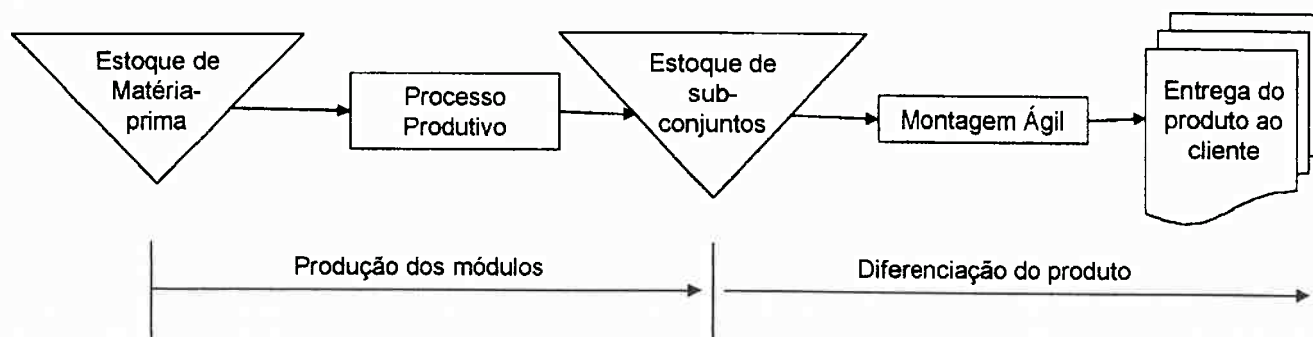


Figura 28 : Estoque estratégico de produtos em processo

Visto que a existência dos estoques de produtos em processo é uma necessidade estratégica era preciso pensar na melhor maneira de controlá-los e se possível reduzi-los.

A proposta do autor de se criar uma lista de materiais modular (item 4.1), traz como benéfico a diminuição dos sub-conjuntos a serem mantidos em estoque, em relação ao número atual, e também possibilita uma postergação da diferenciação (*post ponement*). Em recente matéria publicada na revista VEJA de 28 de maio de 2003 é exposto que a Scania, uma das líderes na venda de caminhões pesados no Brasil adotou estratégia semelhante de criação de módulos. Os ganhos por eles obtidos formam importantes como descrito na matéria: *“A Scania não tinha muitas alternativas. Ou apostava tudo no sistema modular ou corria o risco de perder fatias vitais do mercado. Com a redução de peças de cerca de 30.000 para 12.000, conseguiu baixar os custos de estocagem. Já a aplicação do sistema modular em âmbito mundial permitiu a montagem dos mesmos produtos no Brasil, na Argentina, na Suécia, na Holanda e na França, todos os países em que a empresa tem fábrica.”*

A quantidade a ser armazenada de cada sub-conjunto virá do plano mestre de produção que, como mostrado no item 4.2, será feito no nível dos sub-conjuntos.

Aplicando tais propostas os ganhos obtidos tendem a ser significativos. Atualmente a empresa possui muitos sub-conjuntos em estoques e a quantidade estocada de cada sub-conjuntos não norteia-se por uma nenhuma previsão de vendas ou planejamento. Com a criação dos módulos de sub-conjuntos espera-se reduzir em 20 % o número de sub-conjuntos estocados. A utilização de um plano mestre permitira que a quantidade estocada seja coerente com as previsões de vendas diminuindo assim a incidência de sub-conjuntos que estão armazenados a muito tempo sem previsão de serem utilizados (*slow-moving*¹¹).

Por fim, analisando o estoque de matéria-prima nota-se que a empresa possui um estoque desbalanceado, no qual alguns itens possuem meses de cobertura enquanto outros estão em falta eminente precisando ser comprados às pressas.

¹¹ Slow-moving: São itens que indevidamente foram fabricados e como não possuem demanda custam a sair do estoque

Elaboração de uma curva ABC para classificar os itens

Logo, a empresa precisa saber quais itens são mais importantes que os outros e definir uma política de controle e nível de estoque compatível para eles. A forma de classificação dos itens sugerida pelo autor foi a elaboração de uma Curva ABC, que separa os itens em ordem decrescente de importância em relação a variável escolhida.

Para se obter os resultados esperados de uma análise ABC dos itens é necessário escolher corretamente a variável a ser controlada. No caso estudado, a empresa busca reduzir o volume de capital empatado em estoque para melhorar o capital de giro e aumentar os investimentos nos setores produtivos. Para esse objetivo a variável de controle mais adequada é o valor estocado, que é dado pela multiplicação da quantidade estocada vezes o valor do item.

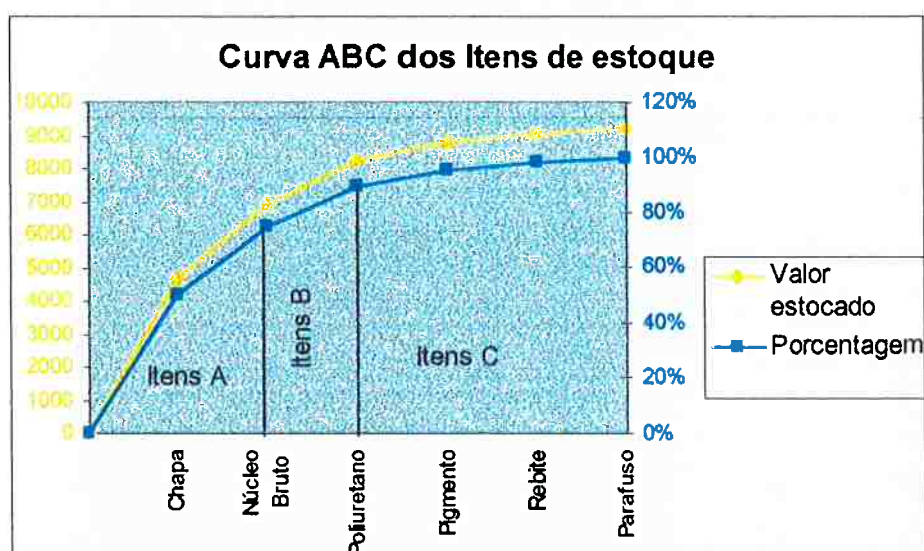


Figura 29 : Curva ABC dos itens de estoque

Fazendo a curva ABC das matérias-primas pertencentes a estrutura simplificada do produto, usada como exemplo nesse trabalho, obtemos que os três primeiros itens são responsáveis por 89% do valor estocado. Portanto eles devem receber um controle especial.

Definição de quais itens serão controlados pelo MRP

O estoque de matérias-primas pode ser gerenciado de duas formas: Ou o item é considerado de demanda dependente e tem seu estoque regulado pela demanda do

seu 'item pai', controlada pelo MRP, ou se usa um modelo de ponto de ressuprimento no qual o produto é repostado quando o seu nível de estoque baixa de um ponto estipulado.

Os itens levantados pela curva ABC como mais relevantes (chapa, núcleo bruto e poliuretano) serão controlados pelo MRP. Ou seja, em teoria seus estoques tendem a ser iguais ao estoque de segurança ou zero, se este for zero. Tais itens serão comprados para suprir a quantidade planejada de seus 'pais' no plano mestre. Se o plano coincidir com a demanda real o estoque final desses itens será igual ao de segurança. Mas, como podem haver variações e incerteza na demanda, por isso mesmo que existe um estoque de segurança, é que no final do período o estoque pode diferir do estoque de segurança. Os demais itens (pigmento, rebite e parafuso) serão controlados por uma política de ponto de ressuprimento. O ponto de ressuprimento normalmente é estipulado a partir do *lead-time* de compra do produto vezes seu consumo médio no período.

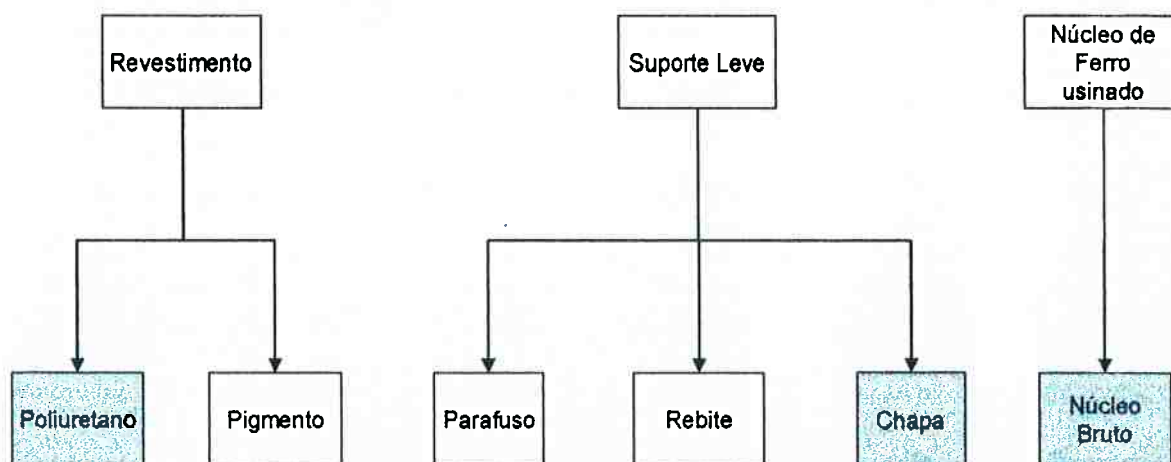


Figura 30 : Matérias-primas controladas pelo MRP

Além de definir qual o modelo de estoque que cada família vai seguir é necessário criar uma sistemática para controlar os níveis de estoques, caso contrário não adianta ter uma política de ponto de ressuprimento, se só é informado ao departamento de compras a necessidade de reposição do produto quando o produto já está em falta ou com um nível insuficiente para abastecer a produção durante o *lead-time* de compra.

Implantação de uma política de estoque rotativo

Como a curva ABC mostra, que cada item ou família de item possui uma importância diferente, é necessário estipular uma política de controle físico dos estoque adequada a cada família. O autor propôs o uso de um controle de estoque rotativo organizado da seguinte maneira.

A família dos itens A (chapa e núcleo bruto) por ser a mais importante, e sobre a qual se deseja exercer maior controle, para assim baixar o valor total estocado, pode ter uma checagem física dos seus níveis a cada mês. No dia a dia, os registro do MRP posicionarão qual a quantidade disponível em estoque, mas mensalmente é feita uma contagem para auferir a exatidão dos registros do MRP.

Os itens classificados B (poliuretano) terão uma checagem bimestral de sua quantidade física em estoque. Também seriam controlados pelo MRP que emite suas ordens de compra e consumo.

Os itens C, que somados representam uma pequena parcela do valor estocado não serão controlados pelo MRP e adotarão uma política de ponto de ressuprimento com a compra de grandes lote a cada vez. Uma periodicidade adequada seria um controle trimestral da quantidade em estoque. Isso significa que a empresa manteria um estoque de três meses de consumo de parafusos.

Controlar estoques fisicamente é um custo a empresa, por isso ao utilizar-se de um controle de estoque rotativo a empresa otimiza os recursos empregados na checagem de estoques. Os poucos itens relevantes são verificados com uma frequência maior, já os muito triviais são checados mais espaçadamente.

A utilização de um controle rotativo não permitirá que a produção para por falta de um item C, ou mantenha em excesso itens A.

A figura abaixo esquematiza as etapas seguidas para análise dos estoque e proposição de melhorias.

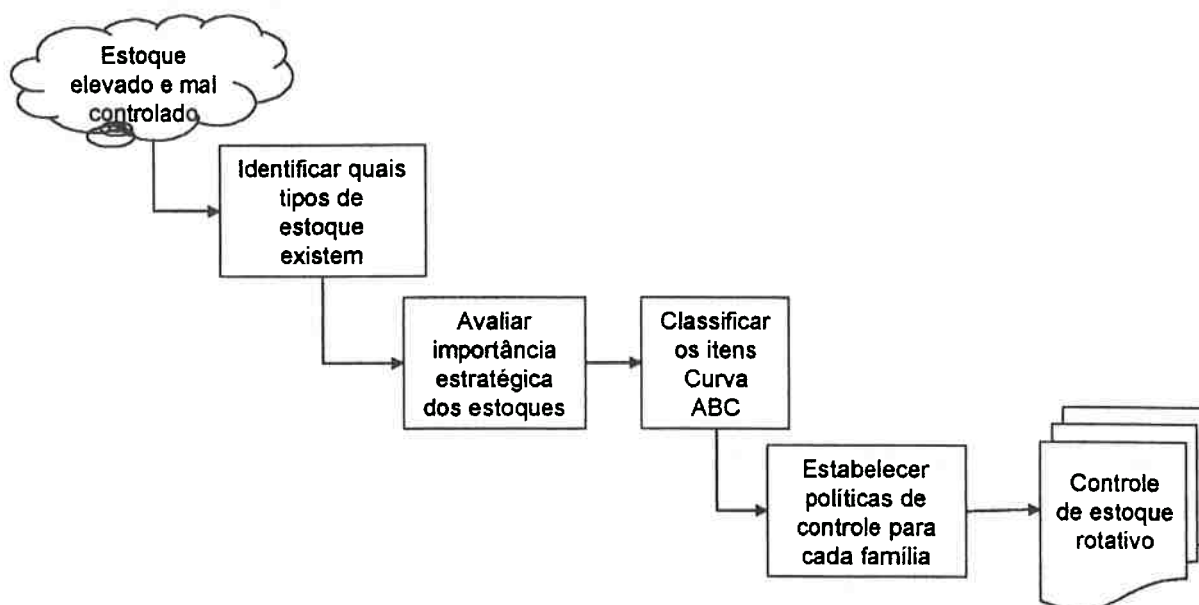


Figura 31 : Etapas para a avaliação dos estoques e proposição de melhorias

4.4. Melhoria 4: Adequar qualidade do produto

Neste item, o autor apresenta as propostas de melhoria que visam adequar a qualidade do produto fabricado pela empresa com a qualidade desejada pelo mercado. Para tanto, analisou-se os seguintes itens:

- Identificar os fatores qualificadores e classificadores de compra
- Analisar a possibilidade de uso de uma matéria-prima padrão

Iniciou-se com uma análise dos produtos fabricados pela empresa que, sob a ótica técnica, não deixam dúvidas, são produtos de qualidade. As matérias-primas são rigorosamente selecionadas e as tolerâncias de fabricação são estreitas. Face aos concorrentes o produto da empresa estudada, tecnicamente, é melhor. Avaliando qualidade dessa forma, utiliza-se o conceito de qualidade descrito por [GARVIN, 1992] como sendo qualidade baseada no produto, onde o que conta é a obediência às especificações técnicas. Essa visão tem predominado na empresa devido à força do departamento de engenharia, que projeta os produtos. Nota-se que não há uma

comunicação do departamento de engenharia com o departamento comercial, impossibilitando que as necessidades dos clientes sejam incorporadas ao produto.

Contudo, em um mercado disputado por vários concorrentes, no qual não existem grandes barreiras de entradas para novos concorrentes, é necessário adotar o conceito de qualidade baseada no usuário. Ou como [JURAN, 1991] descreve “qualidade é adequação ao uso”.

Adotando o conceito de qualidade baseado no usuário é preciso compreender quais são as necessidades dos clientes da empresa para assim poder desenvolver um produto que ao mesmo tempo atenda o consumidor e seja competitivo no mercado.

Identificar os fatores qualificadores e classificadores de compra

Uma boa forma de avaliar quais são as necessidades dos clientes e que características do produto ele valoriza na hora de realizar o pedido, é investigar, segundo [SLACK, 2001], quais são os fatores qualificadores e classificadores de compra. Como revisado no item 3.5: fatores qualificadores são aqueles indispensáveis ao produto para que o cliente os considere na compra; e fatores classificadores ou ganhadores de pedidos são aqueles que diferenciam o produto da empresa dos demais concorrentes.

Cada empresa pode estabelecer seus fatores qualificadores e classificadores de pedido, entretanto é comum existir um padrão entre as empresas que adquirem o produto de quais seriam os fatores. Em um levantamento com alguns clientes e funcionários do departamento comercial da empresa foi possível elaborar uma tabela com os principais fatores qualificadores de pedido.

<i>Fatores Qualificadores</i>	<i>Fatores Classificadores</i>
Possuir ISO 9000	Preço
Durabilidade do produto	Condições de Pagamento
Larga oferta de tamanhos	Cumprimento do Prazo de entrega
	Estética

Tabela IV: Fatores Qualificadores e Classificadores de pedido

Como os produtos fornecidos pela empresa estudada são utilizados em grande parte por outras indústrias o primeiro fator qualificador que surgiu foi *possuir a certificação ISO 9000*. As grandes indústrias exigem de seus fornecedores a certificação. A empresa estudada foi umas das primeiras do setor a certificar-se com o ISO 9000. Naquela época, a certificação era vista como um diferencial, um fator classificador de pedidos, pois poucas eram as empresas que possuíam. Atualmente, tornou-se um fator qualificador, pois muitas empresas já possuem a certificação e o cliente pode deixar de fora aqueles que não tem, pois ainda lhe restam muitas opções de fornecedores.

Em segundo, como fator qualificador, vem a *durabilidade do produto*. Aqui deve ser entendida com uma durabilidade mínima necessária para um determinado produto. Os produtos que duram mais que o mínimo estabelecido não são melhores classificados por causa disso. Já os que duram menos que o estipulado nem são cotados para compra.

Em seguida vem a *larga oferta de tamanhos*. O produto é o mesmo; suas características funcionais não são alteradas, mas se não estiver disponível no tamanho necessário ao cliente, não serve. O cliente parte do princípio que o rodízio fornecido pela empresa estuda não pode ser uma restrição ao seu projeto do produto, por isso deseja escolher o produto dentre uma larga faixa de tamanhos.

Analisando, agora, os fatores ganhadores de pedidos encontramos em primeiro lugar o *preço*. Poucos são os mercados nos quais os produtos não concorrem em preço. Como foi dito, a empresa estudada trabalha no ramo metalúrgico e grande parte de seus produtos são componentes de produtos de terceiros. Com a grande concorrência existente no mercado, é difícil não competir por preços.

Um outro fator classificador de pedidos levantado foi as *condições de pagamentos*. Novamente é importante lembrar que o produto da a empresa é parte do produto de seus clientes e para eles é interessante pagar o fornecedor depois que já tiver vendido o produto ao cliente final. Portanto, as condições de pagamento são fator ganhador de pedidos.

O *cumprimento dos prazos de entrega* também foi citado como fator classificador de pedido. Essa medida o cliente só terá depois de ter usado o serviço

do fornecedor algumas vezes. Uma forma de compreender esse fator seria pensar que ele é, ao invés de um fator ganhador de pedido, um fator que pode levar a perda do cliente. Por exemplo, depois de ter sido selecionado como fornecedor, vencendo os concorrentes em preço e prazo de entrega, a empresa por repetidas vezes não cumpre os prazos de entrega. Em consequência disso, o cliente pode se dispor a pagar um pouco mais para um concorrente, mas ter a garantia de receber a peça no prazo acertado.

Por último, foi citado a *estética*. Esse é um fator subjetivo, mas válido como fator de desempate se dois concorrentes se igualam nos demais fatores classificadores, aquele que apresentar um produto com melhor estética ou um design diferenciado, ganha o pedido.

Observa-se que existe uma divisão entre os fatores qualificadores e os classificadores. Os primeiros estão relacionados as características ligadas as especificações do produto (engenharia). Já os fatores classificadores abordam mais questões comerciais e de mercado da empresa (comercial). Porém, não é possível separar completamente os departamentos de engenharia do comercial de uma empresa. No caso estudado o fator classificador de pedido preço está submetido tanto ao departamento comercial - que determina as margens de lucro do produto, quanto ao de engenharia - que pode buscar a redução dos custos de produção do produto.

Recapitulando a teoria exposta no item 3.6, temos que para que ser cotados como fornecedor basta que os fatores qualificadores de pedido atinjam o nível exigido pelos clientes. Ter um nível muito acima do exigido pelo cliente só representa custos, pois essa característica não diferencia o produto dos demais, não é um fator ganhador de pedido.

Uma forma de analisar se o produto de uma empresa preenche as características desejadas pelos clientes, e expressas por seus fatores qualificadores e classificadores de pedido, é utilizar o conceito de dimensões da qualidade de [GARVIN, 1992], visto no item 3.5. O conceito das dimensões da qualidade de Garvin permite que se classifique o produto segundo 8 dimensões, avaliando se o produto para aquela dimensão possui um nível adequado, excessivo ou deficiente.

Fazendo então, a análise das dimensões da qualidade para os rodízios produzidos pela empresa estudada, temos a seguinte classificação:

<i>Dimensão</i>	<i>Avaliação dos Rodízios da empresa estudada</i>
Desempenho	Adequado , os produtos desempenham adequadamente as principais funções que são esperadas
Características	Adequada , o produto é oferecido em diversos tamanhos e modelos e acessórios podem ser adicionados completando as funcionalidades básicas do produto
Confiabilidade	Adequada , os produtos são entregues dentro as especificações técnicas e seu desempenho corresponde ao esperado, ocorrendo poucas falhas
Conformidade	Excessiva , os produtos possuem tolerância de fabricação muito estreitas, matérias especialmente desenvolvidos para as aplicações. Excede o que o cliente espera do produto.
Durabilidade	Excessiva , os produtos duram mais do que os clientes esperam e essa durabilidade extra não é vista como um diferencial .
Atendimento	Adequado , caso o cliente necessite de peças de reposição ou um reparo a empresa o atende rapidamente
Estética	Moderada , os produtos existentes forma desenvolvidos há alguns anos e seus desenhos não estão atualizados.
Qualidade percebida	Adequada , o nome da empresa, tradicional no mercado, confere uma maior 'qualidade' aos seus produtos na falta de outros indicadores. Transmite uma imagem de tradição em bons produtos

Tabela V: Oito dimensões da qualidade aplicadas à empresa

Analisando a tabela acima, observa-se que, no fator qualificador *durabilidade* do produto, a empresa estudada excede em demasia o nível exigido pelo cliente. Esse 'excesso' de durabilidade representa um custo extra ao produto, que não será remunerado pelo cliente, pois ele não deseja tal característica. O excesso de durabilidade fica claro ao se observar que os produtos, que levam componentes da empresa estudada, têm seu ciclo de vida terminado, antes do componente, que continua em perfeito estado, com condições de ser usado por mais tempo.

Já o fator qualificador de pedido: *Larga oferta de tamanhos* é atendido, como mostra a segunda dimensão da qualidade, 'características'. O produto da empresa estudada é ofertado em diversos tamanhos, diferentes acabamentos e pode receber acessórios conforme o desejo do cliente.

Considerando os fatores classificadores de pedido, em primeiro é apontado pelos clientes, o *preço* do produto. Nesse quesito a empresa estudada oferece seus produtos com um valor um pouco superior a média de mercado. Duas razões são

alegadas para tal fato. Primeiro, a tradição da empresa no mercado e segundo, a qualidade superior de seus produtos. Contudo, como já comentado, essa qualidade superior do produto se revela na durabilidade excessivamente longa, e também na conformidade do produto, muito rigorosa em relação às especificações. Tudo isso faz com que o produto oferecido possua uma qualidade superior, mas é necessário atentar ao fato de que a empresa não estará sendo remunerada por esse tipo de qualidade. O fator classificador primordial é o preço.

Sendo assim, seria interessante para a empresa abrandar o rigor com as especificações do produto, permitindo o uso de matérias-primas comuns ao mercado e de preço mais acessível no lugar das especialmente desenvolvidas. Assim como adequar a durabilidade do produto ao que o mercado espera.

Um fato verificado pelo autor foi que a quantidade de revestimento, que confere maior ou menor durabilidade ao produto, aplicado ao núcleo do produto da empresa estudada é duas vezes maior que a quantidade aplicada pelo concorrente. Portanto diminuir a quantidade de revestimento seria uma forma de baixar o custo e adequar a durabilidade do produto.

Analisar a possibilidade de uso de uma matéria-prima padrão

Finalmente, uma melhoria fundamental é adequar à qualidade do produto ao uso de uma matéria-prima padrão. Verifica-se hoje, por exemplo, que a empresa utiliza mais de 5 tipos de parafusos sextavados. Logo possui estoques desses 5 itens. A partir de um estudo dos produtos é possível reduzir esse número. Outro exemplo são chapas de aço, que segundo a divisão ABC dos itens, é um item A. Alguns produtos utilizam chapas relaminadas com espessuras fora do padrão das siderúrgicas exigindo que o produto passe mais algumas vezes no laminador. Tudo isso eleva o custo do produto e o resultado final muitas vezes não se justifica. Poderia ter sido utilizado uma chapa com espessura de mercado, mais barata e fácil de se encontrar.

O uso de uma matéria-prima padrão, não implica em usar somente produto de catálogo, mas sim em racionalizar o uso de materiais na empresa, evitando a compra de materiais especiais quando um de mercado atende os requisitos fundamentais. Ao trabalhar com matéria-prima padrão a empresa consegue:

- Garantir a qualidade do produto desenvolvendo fornecedores
- Baixar os custos, pois compra em maior escala
- Reduzir o número de itens em estoque
- Condensar os módulos proposto na lista de materiais
- Simplificar e flexibilizar o planejamento; pois o mesmo material poderia ser utilizado em diversos produtos.
- Orçar rapidamente novos produtos que utilizarem as matérias-primas padrões

Enfim, as proposições para adequação da qualidade do produto abrangem desde um estudo de quais são os fatores qualificadores e classificadores de pedidos, buscando compreender quais características do produto o cliente valoriza até uma análise da viabilidade de se reduzir o número de matérias-primas, utilizando uma matéria-prima padrão.

A metodologia utilizada para avaliar esses fatores e propor as melhorias pode ser descrita na figura abaixo:

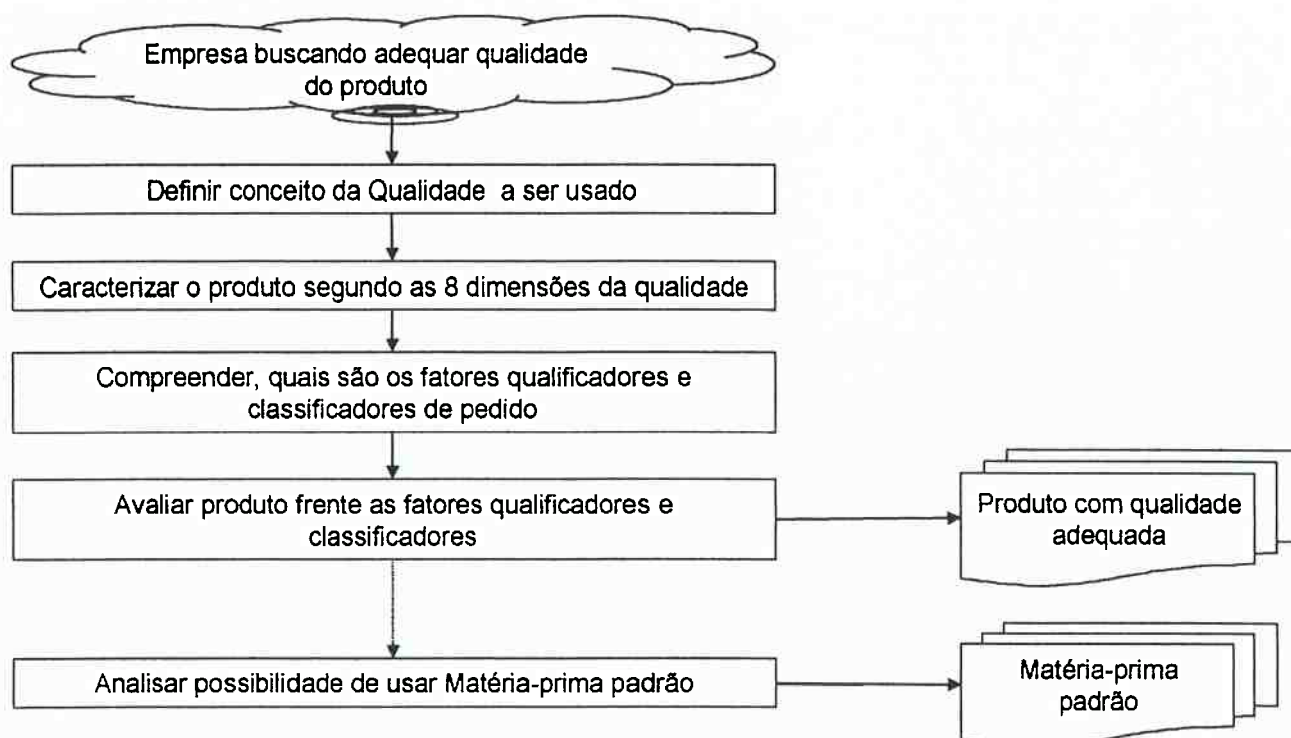


Figura 32 : Método usado para se adequar a qualidade do produto

4.5. Melhoria 5: Agilizar o orçamento dos produtos sob encomendas

Neste item o autor apresentar uma reestruturação na forma de se orçar os produtos sob encomenda visando criar um processo mais ágil. Para atingir tal objetivo foram propostas as seguintes melhorias:

- Separação dos pedidos sob encomenda em dois grupos; pequenas alterações e grandes alterações
- Reestruturação do processo de orçamento para os dois grupos de pedidos
- Clara atribuição das responsabilidades de cada etapa do processo de orçamento
- Uso de um configurador de produto

Os pedidos sob encomenda são vistos na empresa como um diferencial em relação a concorrência. A empresa, apesar de possuir um extenso catálogo de produtos, permite que o cliente especifique um produto com características únicas. Um levantamento feito pelo PCP da empresa mostra que 20 % dos pedidos de venda são pedidos sob encomenda.

Separação dos pedidos sob encomenda em dois grupos

No procedimento atual, todos os pedidos sob encomenda precisam de uma verificação na sua possibilidade de execução, de cálculo do seu custo e de uma decisão sobre sua política comercial (desconto). Enfim, passa por um burocrático processo, descrito no item 2.5, independentemente de que tipo de pedido ele seja.

O procedimento atual mostrou-se ineficiente, pois o pedidos demoram a ser orçado e o cliente deseja justamente o contrário, rapidez. Conclui-se que tal processo de orçamento deveria ser mudado. O autor concorda com a necessidade de reestruturar o processo de orçamento, mas antes julga mais importante conhecer que tipos de pedido estão sendo tratados e se cada tipo merece um tratamento distinto. Observando os pedidos, o autor pode dividi-los em dois grupos:

Pequenas alterações: São pedidos em que o cliente não requisita uma alteração substancial do produto em si. Normalmente são pedidos reverentes a: mudanças na espessura do revestimento, uma furação diferente do núcleo, ou um

suporte levemente modificado para se adequar ao uso dado pelo cliente. Tais alterações representam 90% dos pedidos sob encomenda.

Grandes alterações: Por grandes alterações entendem-se solicitações dos clientes que demandam alterações significativas, que requerem um redesenho do produto, elaboração de novos moldes para fabricá-lo ou ferramental específico. Seria praticamente o desenvolvimento de um novo produto. Essas alterações representam apenas 10% dos pedidos sob encomenda.

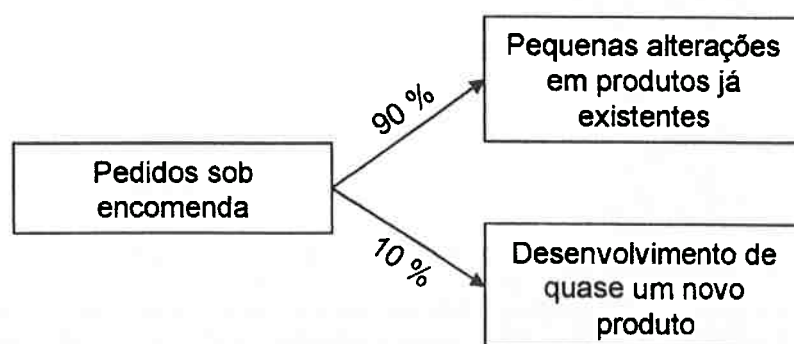


Figura 33 : Divisão dos tipos de pedidos sob encomenda

Analisando os dois grupos de alterações, o autor notou que as pequenas alterações, na verdade, eram simples ajustes feitos em um produto já existente de catálogo. Ou seja, não faz sentido para esses casos o departamento de engenharia fazer uma análise completa da alteração, pedir ao engenheiro de processo verificar a possibilidade de execução do produto com as máquinas existente, solicitar a custo o recálculo do custo do produto, etc. Tudo isso para se obter um orçamento. Enfim, tratava-se de um produto de catálogo com alguma particularidade, mas a base de dados existente poderia ser usada.

Já nos pedidos com grandes alterações pouco pode ser aproveitado de um produto já existente. Nesses casos é feito algo exclusivo para o produto. Por exemplo, um engate especial no suporte para acoplar um acessório que só aquele cliente usa. Para esses casos o processo de orçamento deveria ser completo passando por todos os setores envolvidos nos moldes do procedimento que é realizado hoje em todos os pedidos.

Reestruturação do processo de orçamento para os dois grupos de pedidos

As pequenas alterações representam 90% dos pedidos, logo uma mudança que agilizasse o processo de orçamento traria benefícios a muitos clientes. Para as pequenas alterações o autor propõe alterar o procedimento hoje praticado reduzindo o número de etapas para 3. As três novas etapas seriam:

- Viabilidade técnica
- Viabilidade de Prazo
- Viabilidade Comercial

A seqüência em que essas etapas ocorreriam e os responsáveis por sua realização podem ser visto na matriz abaixo:

	Viabilida de técnica	Viabilidade prazo	Viabilidade Comercial	Responsabilidades
Eng. de Produto				Validar a pequena alteração indicando que componentes ou processos alterar do produto similar
PCP				Fornecer o prazo de entrega
Diretor comercial				Determinar preço para o produto baseado no preço no produto similar ao qual foi baseado

Tabela VI: Matriz de responsabilidades para pequenas alterações

Neste novo processo, o pedido sob encomenda chega ao engenheiro de produto que fará uma análise de viabilidade técnica da alteração. Não é necessário recalcular todos os parâmetros do produto, mas sinalizar se é possível fazê-lo a partir de um produto já existem e nesse caso quais materiais ou operações seriam afetados. Por exemplo, se o cliente pediu um maior revestimento, o engenheiro indicaria: aumentar em '30g' a quantidade de borracha do revestimento. Se a alteração fosse na furação do núcleo, ele indicaria algo como: furar centro do núcleo com broca de 2 polegadas.

O responsável do PCP, baseado na programação da fábrica, diria qual o prazo de entrega para aquele produto, baseado no *lead-time* do produto que serviu de base para a alteração. Acrescentando um tempo extra para as pequenas operações referentes a alteração solicitada.

O diretor comercial, também usando como referência o produto sobre qual o pedido foi baseado, estipularia um preço para ele acrescentando uma margem maior, pois o produto não é de catálogo e consumiu mais recursos (material e/ou máquina) da empresa.

O objetivo é, em três instâncias, estar apto a fornecer ao cliente um preço e um prazo de entrega do produto solicitado e que tudo isso seja feito em 24 h. Atualmente o processo chega a demorar mais de cinco dias. Os pedidos sob encomenda, que a empresa considera um diferencial, acabam perdendo sua força devido a lentidão em responder ao cliente com um orçamento e prazo de entrega.

Além de reestruturar o processo - que por si só já traz ganhos de tempo, pois o pedido será tratado por um menor número de pessoas que anteriormente - o autor propõe também o uso de um sistema de informação para coordenar esse fluxo de decisões. Atualmente o sistema funciona na base do papel grampeado ao pedido do cliente. A empresa caminha para a adoção de um sistema de gestão integrada com o uso de um MRP e outras ferramentas. O próprio sistema, onde seria inserido o pedido do cliente, direcionaria ao engenheiro de produto uma mensagem que um novo pedido precisa ser analisado. Ele analisaria na tela o pedido, acrescentaria as observações cabíveis e o liberaria. Esse mesmo pedido seria, então, encaminhado ao PCP que entraria com o prazo de entrega e finalmente o comercial estipularia o seu preço.

O uso de um sistema de gestão integrado para comandar os pedidos sob encomenda garantiria uma maior rastreabilidade dos pedidos, permitindo que o departamento comercial, a qualquer instante, verifique em que fase de aprovação ou produção, o pedido se encontra. Além disso, com uma base de dados organizada é possível verificar se algum tipo de alteração é frequentemente solicitada. Caso afirmativo, um estudo pode ser feito para incluir esse produto no catálogo, adequando assim os produtos oferecidos às necessidades do mercado.

Outra ferramenta que o autor propõe e está disponível da maioria dos softwares de gestão integrada oferecidos no mercado¹² é um configurador de produto. Trata-se de um programa que permite montar um novo produto a partir de sub-conjuntos. Para que tal programa funcione, é necessário que a lista de materiais esteja organizada em forma de módulos. O programa permite que o usuário selecione a combinação que desejar dos módulos e a partir dela gere a nova lista de materiais. Esse programa seria bem útil nas ocasiões em que o cliente solicita um produto que não se assemelha a nenhum dos existentes em catálogo, mas é uma combinação dos sub-conjuntos ainda não fabricada. Em poucos instantes, o engenheiro é capaz de montar a lista de matérias desse “novo” produto e com ela já conhecer o custo aproximado dele.

As propostas apresentadas para agilizar o processo de orçamento dos pedidos com pequenas alterações trazem a empresa duas grandes melhorias:

- Redução do tempo de resposta a um pedido de orçamento;
- Menos tempo gasto pelos engenheiros com os pedidos sob encomenda podendo se dedicar a criação de novos produtos ou melhorias nos atuais

A redução do tempo de resposta a um pedido de orçamento é o principal objetivo das propostas, pois isso melhora o atendimento dado ao cliente. A segunda melhoria apesar de não ser o foco principal é muito importante, pois a empresa não lança novos produtos no mercado há algum tempo e não tem perspectivas para lançar. Seus engenheiros e projetista se dizem sem tempo, pois tem muitos pedidos sob encomenda para orçar. Num mercado competitivo é muito importante estar a frente dos concorrentes, sempre apresentando novas soluções.

Os pedidos com grandes alterações, apesar de representarem 10 % dos pedidos sob encomenda, podem ter seu processo de orçamento melhorado. Para esses pedidos o autor propõe duas melhorias:

- Estruturação do processo de orçamento
- Estabelecimento de regras comerciais mais claras quando trata-se de desenhar um ‘novo’ produto.

¹² Por exemplo nos software fornecidos pelas empresas: Microsiga, Logocenter, SAP, ABC71

As duas melhorias devem andar juntas. Reestruturar o processo de orçamento é necessário, pois da forma que está hoje leva muito tempo, pois executa-se um projeto muito detalhado sem se ter a certeza que o cliente vai fechar o negócio. A empresa já recebeu pedidos de clientes que desejavam um 'novo' produto. O projeto foi feito consumindo horas de trabalhos dos engenheiros e no final o cliente não confirmou o pedido. Além do tempo gasto pelos engenheiros, a empresa entregou nas mãos do cliente um projeto que ele pode levar na concorrência e fazê-lo lá. Por isso, é necessário estabelecer regras comerciais mais claras é necessária.

A sugestão é que para os casos de pedidos com grandes alterações o processo seja dividido em duas partes. A primeira consiste num estudo superficial de viabilidade do projeto que não demandaria tanto tempo dos engenheiros. Se o cliente aprovar o estudo, um contrato seria assinado garantindo a compra de um certo número de produtos, que justificasse o trabalho extra dos engenheiros em detalhar o projeto. Caso contrário, não foram gastas muitas horas no estudo e o cliente não terá um projeto pronto nas mãos que possa ser usado em outra indústria.

O objetivo é que o estudo de viabilidade, possa ser feito em até dois dias. Ou seja, o cliente rapidamente receberia um retorno do seu pedido feito cabendo a ele analisar se o esboço do produto lhe agrada e se ele concorda com as restrições impostas nas negociações do contrato de fornecimento. Já o detalhamento do projeto do produto, com duração variável conforme o produto, só será iniciado com assinatura do contrato, assim o esforço dos engenheiros, dos especialistas em custos e do PCP estará sendo remunerado.

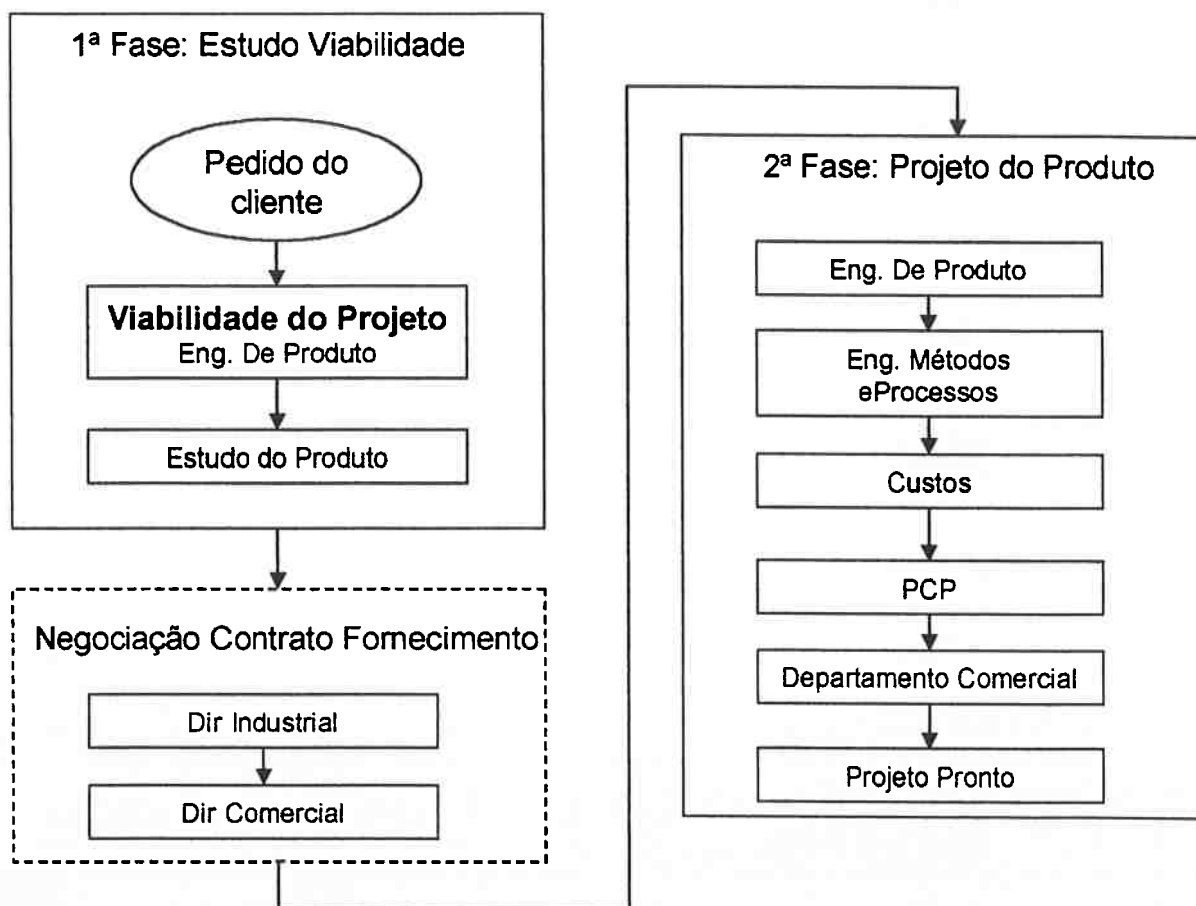


Figura 34 : Processo de orçamento pedidos com grandes alterações

Ao ter um processo estruturado de orçamento de pedidos, a empresa poderá tirar maior proveito do diferencial competitivo que ela possui, que é fabricar sob encomenda. Os clientes saberão que os pedidos sob encomenda com simples alterações são orçados em 24 horas enquanto os pedidos de maior complexidade tem seu estudo preliminar entregue em até 2 dias. Dessa maneira organizado, o serviço terá uma constância em sua qualidade oferecendo o mesmo nível de atendimento a qualquer cliente.

Resumidamente, as etapas que o autor percorreu para reestruturar o processo de orçamento dos pedidos sob encomenda, tornando-os mais rápidos, foram as seguintes:

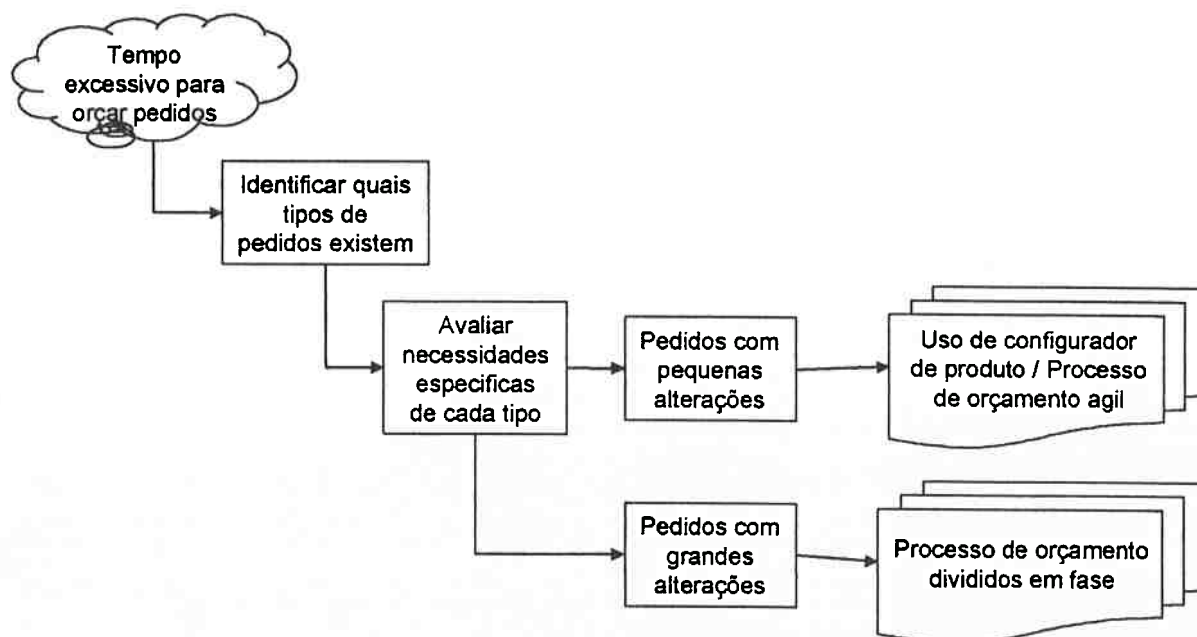


Figura 35 : Etapas para a reestruturação do processo de orçamento

5 CONCLUSÕES

Encontrar as soluções aos problemas levantados na empresa estudada não foi uma tarefa simples. Parte da dificuldade estava em identificar as origens das falhas. A empresa sabia que algo estava errado e precisava mudar, mas não sabia exatamente onde e como. Esta dificuldade, em vez de ser um obstáculo, serviu, na verdade, como um estímulo para o autor realizar seu trabalho.

Foi um desafio compreender a situação da empresa como um todo e propor mudanças que gerassem soluções duradouras e não apenas melhorias superficiais. Para isso, buscou-se ir a fundo no levantamento dos problemas, do setor produtivo, procurando suas origens. Por exemplo, o autor não aceitou a afirmação de que as vendas do rodízio A estavam caindo e isso era um problema. Na verdade, isso era a consequência de um problema, que após pesquisar bem teve sua causa descoberta: o excesso de qualidade. O rodízio A apresentava uma qualidade muito superior a dos concorrentes e por isso custava mais, entretanto os clientes não desejavam tamanha qualidade e não pagavam o preço do produto o que levou suas vendas a caírem.

Com esse mesmo senso investigativo foram levantados cinco problemas que atrapalhavam o desenvolvimento da empresa e a tornavam menos competitiva no mercado. Com os problemas bem definidos, pode-se estabelecer o objetivo desse trabalho, que como exposto no item 1.1, é tornar a empresa mais competitiva. Como isso envolve diversas áreas, o autor estabeleceu uma meta que traduz competitividade em um melhor desempenho da área industrial. Essa meta foi dividida em três metas menores, mensuráveis, sobre as quais pode-se avaliar o êxito do projeto.

A figura da página seguinte ilustra como ocorreu o desdobramento do objetivo proposto para esse trabalho.

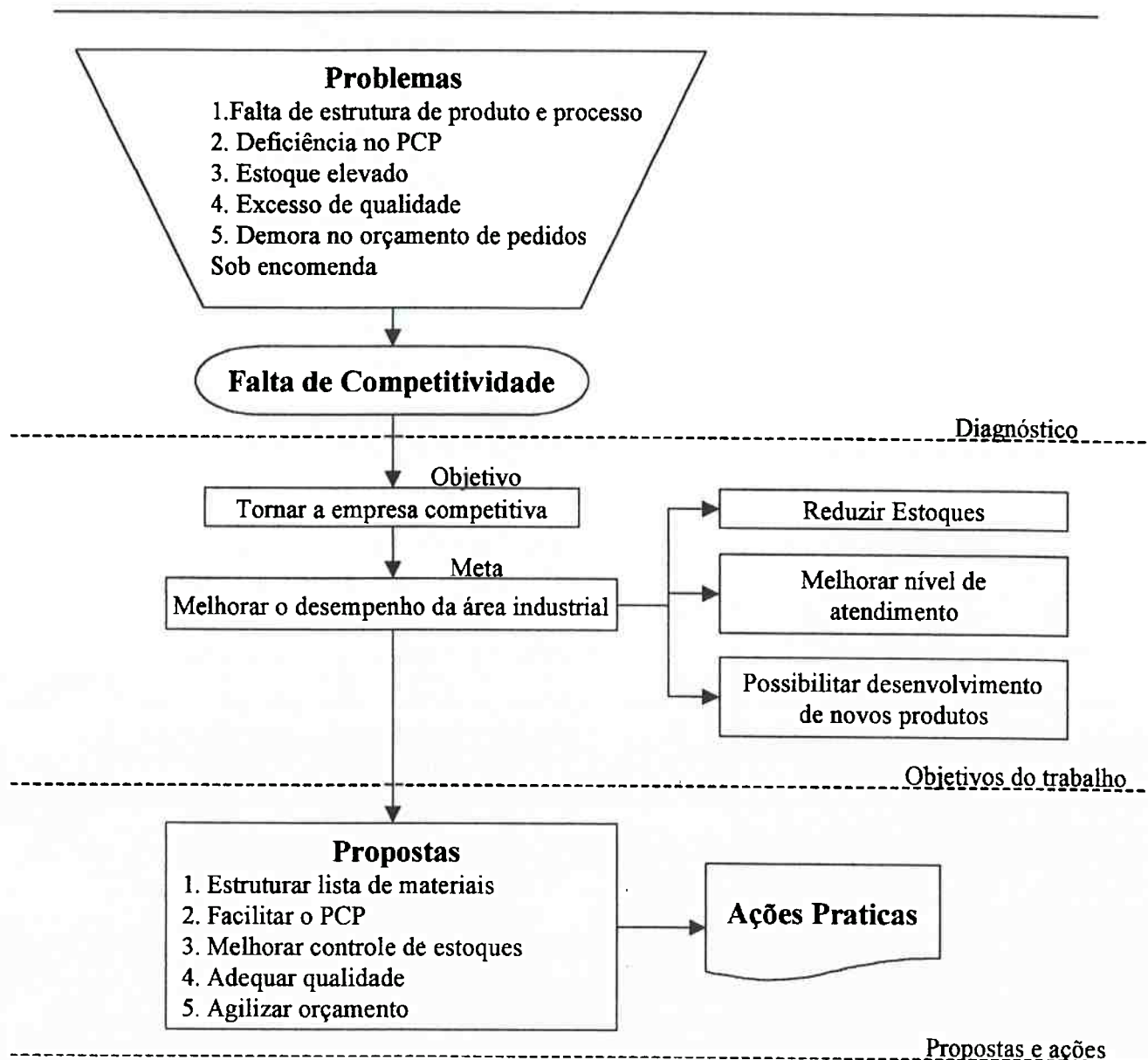


Figura 36 : Desdobramento dos objetivos do trabalho

Tendo claras as metas do trabalho, foi possível elaborar propostas de melhorias para sua viabilização. Cada proposta de melhoria, apresentada no capítulo 4, contém ações práticas, no nível operacional, para alcançar a solução pretendida. Desdobrou-se os objetivos estratégicos em vários níveis até se chegar às ações práticas. Dessa forma, os objetivos da empresa estão espalhados por toda sua hierarquia, cada funcionário sabe o que deve fazer no seu dia-a-dia para atendê-los, dando uma importante contribuição no processo.

Implementar mudanças é um processo gradual que toma algum tempo. Na empresa estudada as mudanças propostas envolviam também uma nova maneira de

se trabalhar, abandonando velhos conceitos, alterando a forma com que as pessoas realizam seus trabalhos.

O processo de mudança iniciado com os trabalhos da consultoria onde o autor realiza estágio, aliados com as propostas contidas nesse texto, está em curso. O quadro abaixo apresenta um panorama do estado de implantação em que cada ação proposta pelo autor se encontra.

Propostas	Ações	Estado implantação
Estruturar lista de materiais	Lista de materiais estruturada	Realizado
	Criação de módulos	Realizado
Facilitar o PCP	Determinar horizonte de planejamento	Realizado
	Criar lista para planejamento	Proposta apresentada
	Plano mestre de produção	Em curso, PCP começa a trabalhar com a filosofia de <i>planejar</i> ao invés de simplesmente <i>programar</i> .
Melhorar o controle de estoques	Curva ABC	Realizado
	Controle de estoque rotativo	Proposta apresentada
	Itens que serão controlados pelo MRP	Realizado, aguardam a implantação do software
Adequar qualidade do produto	Identificar fatores qualificadores e classificadores de compra	Em curso. Departamento comercial começou a levantá-los junto aos clientes
	Matéria-prima padrão	Em curso. Para os núcleos de ferro já foi feita uma padronização, resta expandir o estudo aos outros materiais
Agilizar o orçamento de pedidos	Reestruturação do processo de orçamento	Proposta apresentada
	Configurador de produto	Proposta apresentada, aguarda implantação do software

Tabela VII: Estado das ações propostas

6 BIBLIOGRAFIA

ARNOLD, J. R. Tony. **Introduction to materials management**. 3. ed. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1998.

COLANGELO FILHO, Lucio. **Implantação de sistemas ERP (Enterprise Resources Planning): um enfoque de longo prazo**. São Paulo: Atlas, 2001.

CORREA, Henrique L.. **Planejamento, programação e controle da produção: MRP II/ERP: conceitos, uso e implantação**. São Paulo: Atlas, 1997.

GARVIN, David A. **Gerenciando a qualidade: a visão estratégica e competitiva**. Rio de Janeiro: Qualitymark., 1992.

JURAN, J. M. , GRYNA, F.. **Controle da qualidade: conceitos, políticas e filosofia da qualidade**. São Paulo: McGraw-Hill, 1991.

MESQUITA, Marco Aurélio. **Análise de modelos e práticas de planejamento e programação da produção: um estudo de caso na indústria farmacêutica**. 2001. 125p. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2001.

ORLICKY, Joseph. **Orlicky's materials requirements planning**. 2.ed. Nova York: McGraw-Hill, 1994.

PROUD, John F.. **Master scheduling: a practical guide to competitive manufacturing**. 2.ed. Nova York: John Wiley & Sons, 1999.

RENDER, Barry. **Principals of operations management**. 2.ed. Englewood Cliffs: Prentice Hall, 1996.

SANTORO, Miguel Cezar. **Planejamento, programação e controle da produção**. São Paulo: EPUSP, 2003. (Apostila)

SCHROEDER, Roger. **Operations management: decision making** in the operations function. 4.ed. Nova York: McGraw-Hill, 1993.

SLACK, Nigel. **Administração da produção**. São Paulo: Atlas, 2001.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. ESCOLA POLITECNICA. SERVIÇO DE BIBLIOTECAS. **Diretrizes para apresentação de dissertações e teses**. 2.ed. .São Paulo, 2001.

VOLLMANN, Thomas E.. **Manufacturing planning and control systems**. 4.ed. New York: McGraw-Hill, 1997.

PERIÓDICOS

6 milhões de combinações. **Veja**, São Paulo, v.36, n.1804, p.52, maio 2003.